

Contenido de zinc, cobre, hierro, calcio, fósforo y magnesio en leche materna en los primeros días de lactación

Ana Itriago¹, Nereida Carrión², Alberto Fernández³, Myriam Puig⁴ y Elizabeth Dini⁵

Centro de Química Analítica. Escuela de Química. Facultad de Ciencias,
Universidad Central de Venezuela, Apartado Postal 47102, Caracas, 1041-A

RESUMEN. Se determinó, el contenido de Zn, Cu, Fe, Ca, P y Mg en leche temprana en 72 madres de la ciudad de Caracas. Las muestras fueron colectadas durante tres etapas de lactación: calostro (3 días), transicional (7 días) madura (21 días). Los cambios más marcados en las concentraciones de los elementos estudiados se observan principalmente durante las primeras semanas de lactación, tendiendo a estabilizarse hacia la tercera semana de lactación. El contenido de Zn, Cu, Fe, Ca, P y Mg en leche calostro, fue de $7,1 \pm 2,5$ $\mu\text{g/ml}$, $0,52 \pm 0,15$ $\mu\text{g/ml}$, $0,49 \pm 0,14$ $\mu\text{g/ml}$, 214 ± 62 $\mu\text{g/ml}$, 107 ± 27 $\mu\text{g/ml}$ y $33,3 \pm 5,5$ $\mu\text{g/ml}$. En leche transicional $4,0 \pm 1,0$ $\mu\text{g/ml}$, $0,5 \pm 0,10$ $\mu\text{g/ml}$, $0,38 \pm 0,08$ $\mu\text{g/ml}$, 292 ± 62 $\mu\text{g/ml}$, 213 ± 36 $\mu\text{g/ml}$ y $30,4 \pm 5,2$ $\mu\text{g/ml}$ y en leche madura $2,8 \pm 2,7$ $\mu\text{g/ml}$, $0,47 \pm 0,08$ $\mu\text{g/ml}$, $0,36 \pm 0,09$ $\mu\text{g/ml}$, 244 ± 49 $\mu\text{g/ml}$, 175 ± 35 $\mu\text{g/ml}$ y $25,2 \pm 3,3$ $\mu\text{g/ml}$. Las concentraciones de los elementos traza estudiados (Zn, Fe y Cu) se mantienen dentro de los niveles considerados normales. Los valores de los elementos mayoritarios (Ca, P y Mg) son comparables a los reportados en la bibliografía para otros países. Estos resultados sugieren que el estado nutricional de esta población de madres es adecuado para satisfacer las demandas del lactante en las primeras etapas de su vida.

SUMMARY. Zinc, Copper, Iron, Calcium, Phosphorous and Magnesium content of maternal milk at early stage of lactation.

Zinc, Copper, Iron, Calcium Phosphorous and Magnesium contents were determined in early milk samples in 72 mothers from Caracas city. The samples were collected during three different lactation stages: calostro (3 days), transitional (7 days) and mature milk (21 days). The more significant changes in the concentration of the studied elements were observed during the first two weeks, then they stabilize during the third week. The Zn, Cu, Fe, Ca, P and Mg average concentration found in calostro samples were $7,1 \pm 2,5$ $\mu\text{g/ml}$; $0,52 \pm 0,15$ $\mu\text{g/ml}$; $0,49 \pm 0,14$ $\mu\text{g/ml}$; 214 ± 62 $\mu\text{g/ml}$, 107 ± 27 $\mu\text{g/ml}$ and $33,3 \pm 7,5$ $\mu\text{g/ml}$. respectively. For the transitional milk samples the average concentration found for the studied elements were: $4,0 \pm 1,0$ $\mu\text{g/ml}$; $0,50 \pm 0,10$ $\mu\text{g/ml}$; $0,38 \pm 0,08$ $\mu\text{g/ml}$, 292 ± 62 $\mu\text{g/ml}$; 213 ± 36 $\mu\text{g/ml}$ and $30,4 \pm 5,2$ $\mu\text{g/ml}$. For the mature milk samples the results were: $2,8 \pm 2,7$ $\mu\text{g/ml}$; $0,47 \pm 0,08$ $\mu\text{g/ml}$; $0,36 \pm 0,09$ $\mu\text{g/ml}$; 244 ± 49 $\mu\text{g/ml}$; 175 ± 35 $\mu\text{g/ml}$ and $25,2 \pm 3,3$ $\mu\text{g/ml}$. The concentration range for all trace elements studied (Cu, Fe and Zn) can be considered normal. For the major elements (Ca, P and Mg) the results obtained in our work are similar to those reported for other countries. These facts allows to conclude that the nutritional state of this mother population is adequate to satisfy the lactate's requirements during their first live stage.

INTRODUCCION

Desde el punto de vista nutricional la leche materna representa el primer alimento para los humanos y es la fuente de todos los nutrientes requeridos para las funciones biológicas y crecimiento durante las primeras etapas de su vida (1)

La nutrición del recién nacido está íntimamente ligada al aporte de leche materna durante los primeros días de su vida, por lo tanto la producción de la misma no debe ser considerada sólo desde el punto de vista cuantitativo, sino además tomar en cuenta su calidad; por lo cual el conocimiento de la concentración de oligoelementos es de suma importancia. La cantidad de nutrientes suministrados por la leche materna y la utilización de éstos por el bebé pueden servir como una referencia para establecer los requerimientos mínimos nutricionales del recién nacido (2,3).

Aún cuando el contenido de oligoelementos en la leche materna es menor o igual a los encontrados en la leche de vaca, la pobre biodisponibilidad de los nutrientes, en esta última, es debido probablemente a las diferencias que existen

1. Centro de Química Analítica, Escuela de Química, Facultad de Ciencias, Universidad Central de Venezuela Apartado Postal 47102, Caracas, 1041- A
2. Profesor Titular Centro de Química Analítica, Escuela de Química, Facultad de Ciencias, Universidad Central de Venezuela, Apartado Postal 47102, Caracas, 1041-A
3. Profesor Asociado. Centro de Química Analítica, Escuela de Química Facultad de Ciencias, Universidad Central de Venezuela. Apartado Postal 47102, Caracas, 1041-A
4. Hospital de Clínicas Caracas Consultorio 415 Avenida Panteón, San Bernardino, Caracas, Venezuela.
5. Unidad Clínica de Nutrición Educación e Investigación. Caracas Venezuela

en los compuestos que pueden formar con los constituyentes de la leche, como por ejemplo la caseína, presente en mayor cantidad en la leche de vaca, actúa como un factor limitante en la absorción de oligoelementos en el recién nacido (4,5).

En general la leche materna varía en su composición a lo largo del tiempo y se han descrito tres etapas, según el tiempo que transcurre después del parto; leche calostro (1 a 3 días), leche transicional (7 a 20 días) y leche madura (después de 21 días) (6). Durante esta etapas suceden cambios en la concentración y distribución de muchos elementos en la leche materna principalmente la leche calostro es rica en minerales elementos trazas y anticuerpos, de allí la gran importancia de ésta en el desarrollo y crecimiento del recién nacido (4,7).

En Venezuela se tiene poca información de lo niveles de oligoelementos en leche materna (8,9). En este trabajo se realiza un estudio de contenido de Fe, Cu, Zn, Ca, P y Mg en leche materna durante diferente períodos de lactación con la finalidad de ir recolectando datos para establecer en un futuro valores de referencia de la concentración de estos oligoelementos en leche materna en nuestra población.

MATERIALES Y METODOS

Población a estudiar. Para la investigación fueron seleccionadas al azar, un total de 72 madres lactantes previo conocimiento y consentimiento por escrito de cada participante, las cuales ingresaron al servicio de obstetricia y ginecología del Hospital General Miguel Pérez Carreño, de los seguros sociales en Caracas, entre abril y diciembre de 1989. Todas fueron residentes de la ciudad de Caracas (Venezuela). Un estudio socioeconómico demostró que el 77% de las madres pertenecía a un estrato socioeconómico medio-bajo (nivel IV) y bajo (nivel V), según Graffar modificado por Méndez Castellano (10). Todas las madres fueron mayores de 18 años con emba-

TABLA. 1
Datos de las madres

Peso/kg	Talla/cm	Circunferencia braquial/cm	Circunferencia muñeca izquierda/cm
58±10a,69±10b 64±9c	1,55±0,06	25,9±2,9	15,9±1

a) antes del embarazo b) al final del embarazo c) postparto

razo simple a término (≥37 semanas). La descripción de la población bajo estudio se presenta en la Tabla 1.

Recolección y almacenamiento de las muestras de leche. A cada una de las gestantes se le tomó 20 ml de leche en horas de la mañana (7-10 a.m.) a los 3, 7 y 21 días después del parto, representando de esta manera respectivamente muestras de calostro, transicional y madura. La extracción de leche se realizó al azar en el pecho izquierdo o derecho, por masaje externo, previo entrenamiento de las donantes, las muestras fueron recogidas en envases seco de polietileno previamente lavados con ácido nítrico. Se agregó una solución acuosa de Nonilfenol etoxilado al 25 % m/v (etoxil^r de Venezuela) como agente emulsificante (concentración final 0,30% m/v). Las muestras fueron almacenadas a -15°C., hasta el momento de su análisis.

Métodos analíticos. La metodología de análisis empleada descrita en una publicación previa (11) es resumida a continuación: las muestras de leche materna con 0,30% m/v de Nonilfenol etoxilado fueron descongeladas y agitadas manualmente para la reconstitución de las mismas, se tomaron alícuotas por duplicado de 1 ml de muestra, agregándose ácido nítrico y diluyéndose 10 veces con agua desionizada (MilliQ), para obtener una concentración final de 1% v/v en

FIGURA. 1

Histogramas de distribución de frecuencias para las concentraciones de zinc en leche materna a las diferentes etapas de lactación

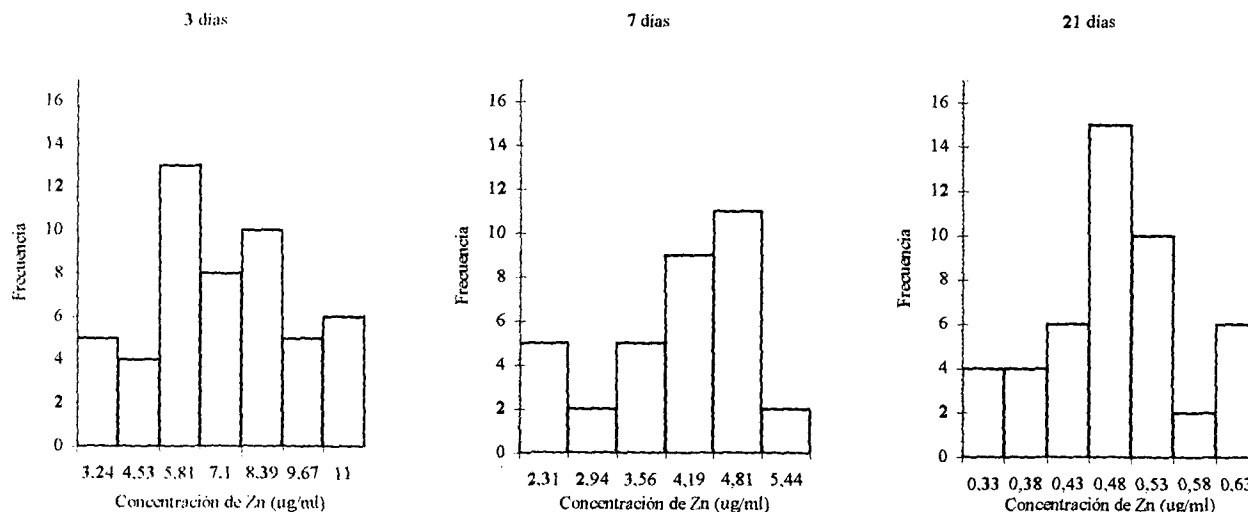


TABLA 2
Concentraciones promedios ($\mu\text{g/ml}$) de Zn, Cu, Fe, Ca, P y Mg en leche materna a los 3, 7 y 21 días

Etapas de Lactación	Zn	Cu	Fe	Ca	P	Mg
3 días (Calostro)	7,1 \pm 2,5 ^a (52) ^b	0,52 \pm 0,15 (51)	0,49 \pm 0,14 (51)	214 \pm 62 (53)	107 \pm 27 (45)	33,3 \pm 7,5 (50)
7 días (Transicional)	4,0 \pm 1,0 (35) ^b	0,50 \pm 0,10 (35)	0,38 \pm 0,08 (34)	292 \pm 62 (36)	213 \pm 36 (35)	30,4 \pm 5,2 (34)
21 días (Madura)	2,8 \pm 2,7 (47)	0,47 \pm 0,08 (46)	0,37 \pm 0,09 (46)	244 \pm 49 (50)	175 \pm 35 (50)	25,2 \pm 3,3 (47)

^aMedia \pm DS ^b Número de muestras

HNO₃ y de 0,030% m/v en nonilfenol etoxilado.

La determinación de Zn, Cu, Fe, Ca, P y Mg, en las muestras de leche materna se realizó por la técnica de Espectrometría de Emisión Atómica con Plasma Acoplado por Inducción utilizando un equipo Jobin Ivon Modelo JY-24. La calibración fue realizada con patrones multielementales preparados a partir de las soluciones madres de cada elemento bajo las mismas condiciones de las muestras, así mismo se preparó un blanco para controlar la pureza de los reactivos.

Métodos estadísticos. Todos los cálculos y análisis estadísticos fueron realizados aplicando el Programa estadístico STAGRAPHS, versión 4.0 (12). Se realizaron histogramas de distribución de los resultados de las concentraciones para cada elemento a fin de determinar si estos seguían una curva normal de distribución ($p > 0,05$) para cada elemento evaluándose estadísticamente con la prueba de normalidad Chi-cuadrado. A través de la prueba estadística no paramétrica de análisis de varianza de Kruskal-Wallis, se determinaron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) entre la distribución de concentración entre poblaciones de muestras y a través de la prueba de Contraste Múltiple (Tipo Scheffé), se determinó cuales grupos de muestras fueron homogéneas, comparando medias entre ellas (13, 14). La prueba estadística

t de Student se aplicó ($p < 0,05$) para estudiar diferencias estadísticamente significativas entre las concentraciones promedios encontrados en este estudio y los valores reportados por diferentes autores (12,13).

RESULTADOS

Los datos de las medidas antropométricas de la población estudiada se presentan en la Tabla 1, el conjunto muestreado es homogéneo y sus características corresponden a una población médicamente sana (9). Los resultados de las concentraciones promedios de Zn, Cu, Fe, Ca, P y Mg en las muestras de leche materna calostro, transicional y madura, a los 3, 7 y 21 días respectivamente después del parto son presentados en la Tabla 2.

En la Figura 1 se presentan los histogramas de distribución de frecuencia de los valores de la concentración de Zn en las tres etapas de lactación estudiadas, cuyos resultados siguieron una curva normal de distribución. Existe un marcado cambio de la distribución de frecuencia a medida que avanza la etapa de lactación. La leche de calostro (Figura 1a), presenta una mayor variabilidad del contenido de Zn, con un mayor rango de concentración de 2,6 - 11,6 $\mu\text{g/ml}$, disminuyendo progresivamente hasta la leche transicional (Figura 1b) cuyo

FIGURA 2

Histogramas de distribución de frecuencias para las concentraciones de cobre en leche materna a las diferentes etapas de lactación

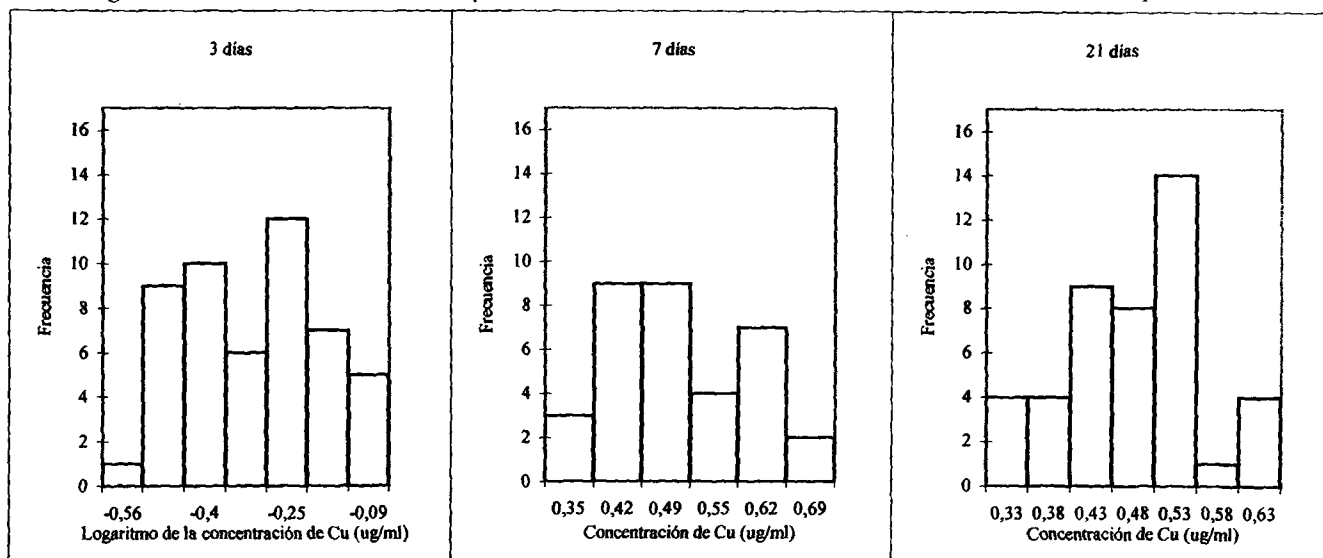


TABLA 3

Valores de concentración de Zn en leche materna (µg/ml)

Calostro	Días	Transicional	Días	Madura	Días	País
7,1±2,5	3	4,0±1,0	7	2,8±0,8	21	Este trabajo
9,3±1,6	2-5	6,7±0,2	6-10	2,9±0,5	11-30	India (16)
9,3±2,0	3	4,7±1,0	6-10	3,7±1,1	18-21	USA (17)
5,3±0,3	2-5	4,7±0,3	6-10	3,3±0,3	11-30	India (18)

TABLA 4

Valores de concentración de Cu en leche materna (µg/ml)

Calostro	Días	Transicional	Días	Madura	Días	País
0,52±0,2	3	0,50±0,1	7	0,47±0,08	21	Este trabajo
0,97±0,03	1.-5	0,86±0,05	10	0,36±0,03	20	Venezuela-Merida(8)
0,50±0,12	3	0,59±0,08	6-10	0,42±0,08	18-21	USA (17)
0,46±0,02	2-5	0,50±0,03	6-10	0,45±0,03	11-30	India (18)

rango es de 2,0 - 5,75 µg/ml, y madura (Figura 1c) con un rango 1,1 - 4,3 µg/ml, esta disminución del rango de concentraciones con el avance de la lactación es un indicativo de un aumento de la homogeneidad de las muestras de la leche cuando la lactación comienza a estabilizarse (16).

Se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre las concentraciones promedio de Zn en las diferentes etapas de lactación. El valor promedio de la concentración disminuye progresivamente desde 7,1 µg/ml en el calostro, hasta 4,0 µg/ml en la leche transicional y 2,8 µg/ml en leche madura.

En la Figura 2 se presentan los histogramas de frecuencia de los valores de la concentración de Cu en las tres etapas de lactación, en ella se observa un cambio en la distribución de la concentración de Cu de la leche calostro a la leche madura (Figura 2a, b, y c). El rango de concentración disminuye ligeramente desde la leche de calostro (0,30-0,78 µg/ml) a la leche

transicional (0,32 - 0,72 µg/ml) y leche madura (0,31 - 0,65 µg/ml), lo que indica un incremento en la homogeneidad de las muestras con el avance de la lactación. Los resultados de Cu en leche calostro, no se ajustaron a una curva de distribución normal, sino a una distribución Log-normal. Mientras que la distribución de la concentración en leche transicional y madura se ajustaron a una curva normal. Se encontraron las concentraciones promedios de 0,52; 0,50 y 0,47 µg/ml para la leche de calostro, leche transicional y leche madura respectivamente. No encontrándose diferencias estadísticamente significativas entre las concentraciones promedios de Cu durante el avance de la lactación.

En la Figura 3 se presentan los histogramas de distribución de frecuencia de los valores de la concentración de Fe en las tres etapas de lactación estudiadas. Se encontró que en todas las etapas seguían una curva de distribución normal. El rango de las concentraciones de Fe varía de la leche calostro

FIGURA.3

Histogramas de distribución de frecuencias para las concentraciones de hierro en leche materna a las diferentes etapas de lactación

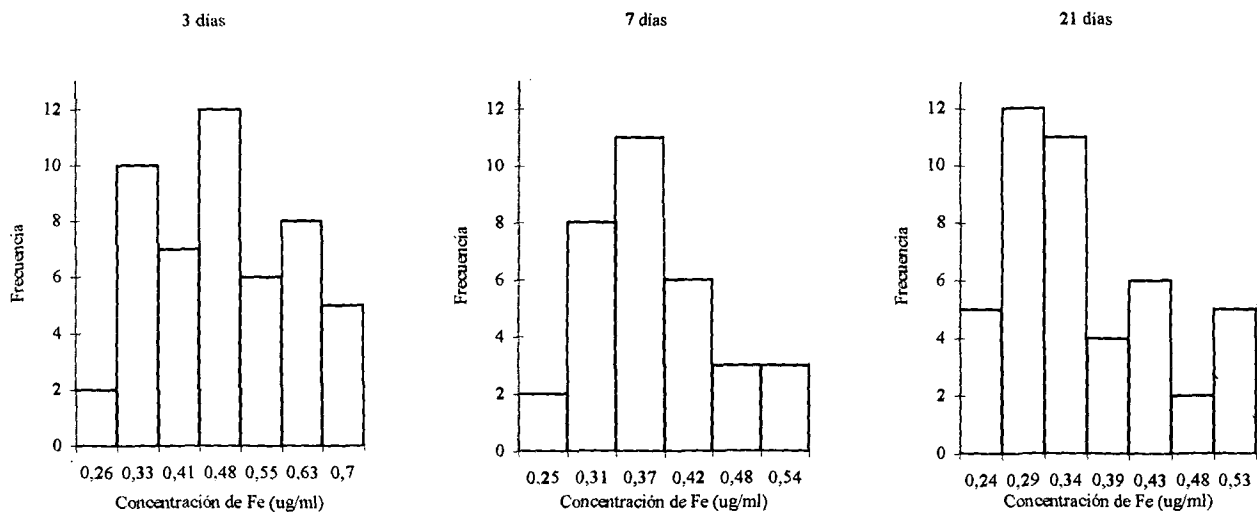


TABLA 5

Valores de concentración de Fe en leche materna ($\mu\text{g/ml}$)

Calostro	Días	Transicional	Días	Madura	Días	País
0,49±0,14	3	0,38±0,09	7	0,36±0,09	21	Este trabajo
0,49±0,15	1-5	0,29±0,02	10	0,14±0,02	20	Venezuela-Mérida (8)
0,49±0,15	3					USA (21)
0,85±0,50	1-3					Mexico (24)
		0,77±0,10	7	0,80±0,15	21	USA (25)

TABLA 6

Valores de concentración de Ca en leche materna ($\mu\text{g/ml}$)

Calostro	Días	Transicional	Días	Madura	Días	País
214±62	3	292±60	7	244±49	21	Este trabajo
241±8	3	284±48	7-14	188±64	≥15	Francia (26)
214±38	3	254±11	7	226±25	21	USA (27)

(Figura 3a) de 0,22-0,74 $\mu\text{g/ml}$ hasta 0,22 -0,57 $\mu\text{g/ml}$ en la leche transicional (Figura 3b), siguiendo con un comportamiento similar hasta la leche madura (Figura 3c) con un rango de 0,22 -0,55 $\mu\text{g/ml}$. La leche de calostro presenta un mayor rango de concentraciones indicando una mayor variabilidad del contenido de Fe, esta variación es menor en las etapas transicional y madura. Este comportamiento es indicativo de un incremento de la homogeneidad de las muestras de leche de las madres cuando la lactación comienza a estabilizarse (16).

Los valores de la concentración promedio de Fe en leche calostro, transicional y madura, fueron 0,49 $\mu\text{g/ml}$, 0,38 $\mu\text{g/ml}$ y 0,36 $\mu\text{g/ml}$ respectivamente, encontrándose diferencias significativas entre las medias de las concentraciones a los 3 días con respecto a los 7 y 21 días, pero no entre estas últimas.

En la Figura 4 se presentan los histogramas de distribu-

ción de frecuencias de los valores de la concentración de Ca en leche calostro, transicional y madura respectivamente. Se observan muy pocos cambios en los mismos (Figura 4a, 4b y 4c). Para las tres etapas se encontró que siguen una curva de distribución normal. Los rangos de concentración de las etapas fueron similares 107-388, 192-393 y 144 -330 $\mu\text{g/ml}$. Los valores promedio de las concentraciones de Ca para la leche de calostro, transicional y madura fueron 214, 292 y 244 $\mu\text{g/ml}$, respectivamente. Se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre ellas.

En la Figura 5 se presentan los histogramas de frecuencias de los valores de la concentración de P, en las tres etapas de lactación estudiadas, se observa un marcado cambio en la distribución de las concentraciones con el avance de la lactación. Se encontró un aumento del rango de concentración desde la leche de calostro de 70-169 $\mu\text{g/ml}$ (Figura 5a) hasta

FIGURA. 4

Histogramas de distribución de frecuencias para las concentraciones de calcio en leche materna a las diferentes etapas de lactación

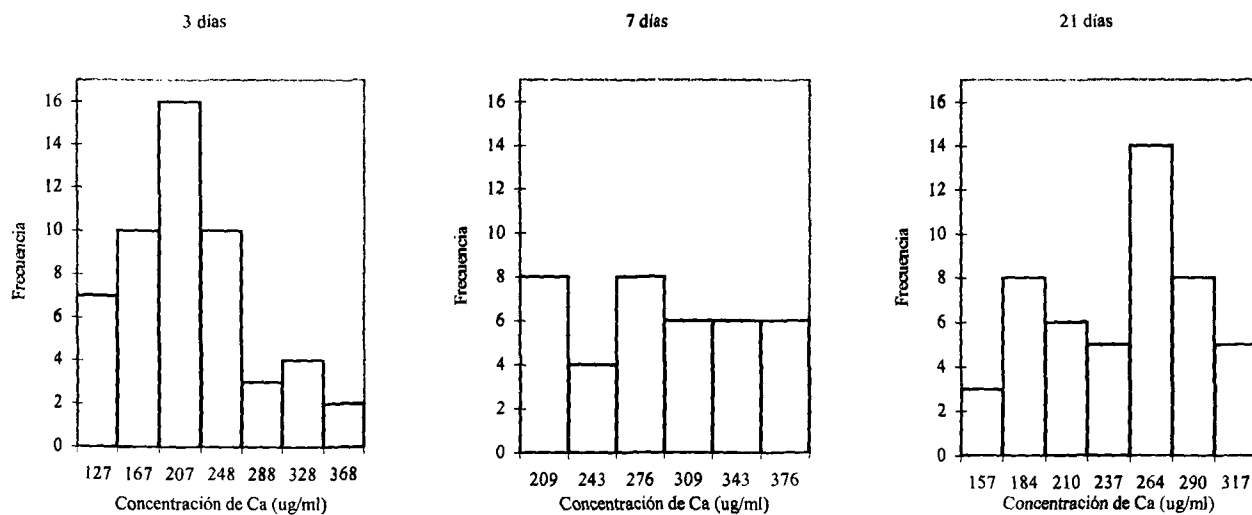


TABLA 7

Valores de concentración de P en leche materna (µg/ml)

Calostro	Días	Transicional	Días	Madura	Días	País
107±27	3	213±36	7	175±35	21	Este trabajo
		169±9	7	149±9	21	USA (25)
99±34	≤6	135±36	7-14	111±31	≥15	Francia (26)
110±12	3	151±18	7	153±14	21	USA (27)

TABLA 8

Valores de concentración de Mg en leche materna (µg/ml)

Calostro	Días	Transicional	Días	Madura	Días	País
33,3±7,5	3	30,4±5,2	7	25,2±3,3	21	Este trabajo
46,2±15,8	2-5	40,7±13,3	6-10	38,2±14,2	11-30	India (16)
29,3±4,8	≤6	27,6±6,5	7-14	24,0±12	>15	Francia (26)
25,0±4	3	29,0±2	21	29,0±3	21	USA (27)

la transicional de 136-278 µg/ml (Figura 5b.) para luego disminuir hasta 114 - 234 µg/ml en la leche madura (Figura 5c). En la leche calostro los resultados siguieron una curva de distribución log-normal. Mientras que los resultados en leche transicional y normal; siguieron una distribución normal el valor promedio fue de 107, 213 y 175 µg/ml, para la leche de calostro, leche transicional y leche madura respectivamente. Se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre ellas.

En la Figura 6, se presentan los histogramas de distribución de frecuencias para el Mg, durante los tres períodos de lactación. Los resultados de las concentraciones de Mg en la leche de calostro, transicional y madura mostraron que estos seguían una curva normal de distribución. Existiendo un cambio en la distribución de los resultados desde la leche de calostro hasta la leche madura y una variación en los rangos de concentración. La leche de calostro presentó un mayor

rango de concentración (20,8 - 47,6 µg/ml, (Figura 6a) que va disminuyendo progresivamente hasta 19,8 - 32,5 µg/ml en la leche madura (Figura 6c). Las concentraciones promedios de Mg fueron de 33,3, 30,4 y 25,2 µg/ml en leche calostro, transicional y madura respectivamente. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre las concentraciones promedios de la leche calostro y transicional, pero sí con respecto a la leche madura.

DISCUSION

Los valores de la concentración de Zn en etapas de lactación similares a las estudiadas en este trabajo reportados en la bibliografía en diferentes países (Tabla 3) muestran que los valores de la leche calostro presentan la mayor variabilidad entre los valores reportados. Se encuentran diferencias significativas entre los reportados y el nuestro, siendo menor

FIGURA.5

Histogramas de distribución de frecuencias para las concentraciones de fósforo en leche materna a las diferentes etapas de lactación

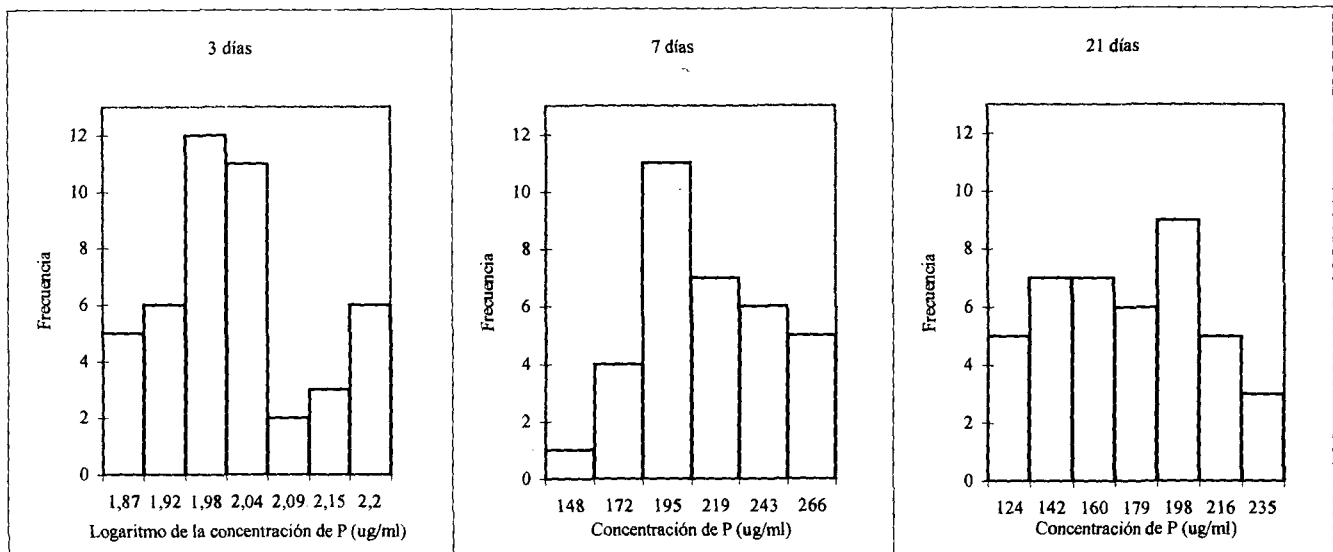


TABLA 9

Datos de los recién nacidos

Día	Peso/g	Talla/cm	Circunferencia cefálica /cm
Día 1	3,055±431	50,10±2,34	34,06±1,56
Día 21	3,931±551	53,2±2,08	37,00±1
Incremento	875,48	3,11	2,94

Datos tomados de Siciliano y col (9)

a los encontrados en la India (16) y USA (17) y mayor al encontrado en otro trabajo en la India (18). En la concentración de Zn en la leche transicional, se encontraron diferencias significativas solo con el reportado por Sharda (16), en estudios realizados en la India. En la leche madura no se encontraron diferencias significativas entre los valores promedios de la concentración encontrados y los reportados en la bibliografía. Se encontró una marcada disminución de la concentración promedio de Zn (Figura 1) de 44% desde los 3 días hasta los 7 días, para continuar disminuyendo aproximadamente en un 30% hasta los 21 días. Esta tendencia coincide con la mayoría de los trabajos reportados (17 - 19). Se ha reportado que esta marcada disminución de los valores de Zn en los primeros días de lactación se debe probablemente a que se encuentra enlazado a componentes de la leche (citratos, lactoalbuminas), los cuales disminuyen drásticamente desde el día 2 hasta el día 12 (7). El rango de concentración promedio de Zn encontrado en este estudio en el periodo de 3 a 21 días, de 7,1 a 2,8 $\mu\text{g/ml}$. puede ser ubicado dentro del rango de valores altos reportado por Iyengar (3,0 - 7,0 $\mu\text{g/ml}$) (20).

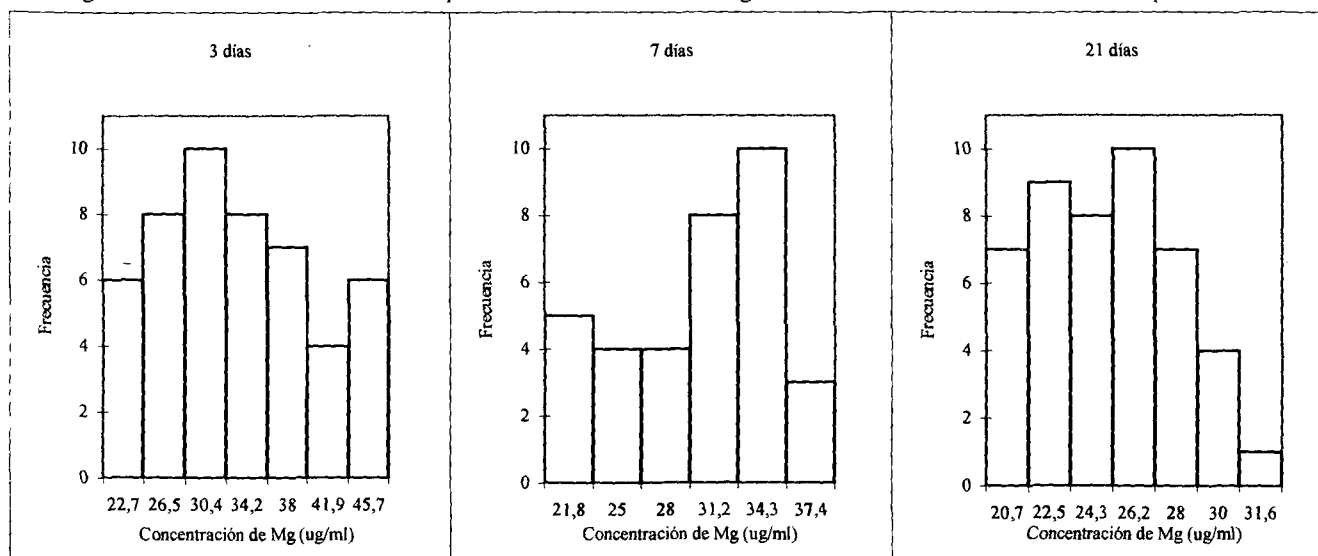
Para, el Cu la concentración permaneció constante durante el avance de la lactación, coincidiendo con lo reportado por Casey (17), Kirsksey (21) y Hisgashi (23), los cuales encontraron que la concentración de Cu no varía significativamente hasta después de los 14 días o un mes de lactación. Otros trabajos (8,16) han reportado, que la concentración de Cu

comienza a disminuir desde las primeras horas o días después del parto (calostro), continuando hasta la leche madura. Comparando los valores promedios reportados en la bibliografía (Tabla 4), no se encuentran diferencias estadísticamente significativas entre los valores encontrados y los reportados por Casey (17) y Rajalaskhmi (18) en USA y la India respectivamente en periodos de lactación similares. Para la leche de calostro y leche transicional los valores encontrados son menores que los reportados por Burguera (8) y Sharda (16) en Mérida y la India respectivamente, pero mayores con respecto a la leche madura. Iyengar (20), reportó valores de referencia de Cu, frecuentemente encontrados en diferentes países cuyos rangos de concentraciones normales van de 0,25 a 0,40 $\mu\text{g/ml}$, considerando de 0,50 a 0,70 $\mu\text{g/ml}$ como relativamente altos, y bajos los menores e iguales a 0,20 $\mu\text{g/ml}$, en base a estos podríamos considerar que nuestro rango de concentración de 3 a 21 días de Cu se encuentran dentro de la categoría de normales a altos.

Se encontró que la concentración promedio de Fe (Tabla 5), disminuye desde la leche calostro hasta leche transicional, permaneciendo constante hasta la leche madura, este comportamiento es similar a lo reportado por Burguera (8) y Feeley (23), sin embargo ellos encuentran que esta disminución comienza con la primera semana después del parto hasta aproximadamente 30 a 45 días. Kirsksey (21), no encontró diferencias significativas entre los 3 y 14 días. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas, entre la concentración de Fe encontrada en leche de calostro con la reportada por Burguera (8) y Kirsksey (21) en Mérida y USA, respectivamente, mientras que Vega (2) en México reporta un valor mayor. Así mismo los valores en la leche transicional y leche madura fueron menores a los reportado por Lemons (25) y mayores a los reportados por Burguera (8) en USA y Mérida respectivamente. Iyengar (20) reporta que los valores más frecuentes de la concentración de Fe encontrados en diferen-

FIGURA. 6

Histogramas de distribución de frecuencias para las concentraciones de magnesio en leche materna a las diferentes etapas de lactación



tes países del mundo, son clasificados como rangos relativamente bajos de 0,20 a 0,25 $\mu\text{g/ml}$. Normales de 0,33 a 0,60 $\mu\text{g/ml}$ y altos de 0,70 a 1,70 $\mu\text{g/ml}$, según esta escala, el rango de valores encontrados en este trabajo de 0,36 a 0,49 $\mu\text{g/ml}$ durante todo el periodo de lactación, puede considerarse dentro de los valores normales.

El calcio presenta un aumento de la concentración promedio desde los 3 días hasta los 7 días, para luego disminuir hasta los 21 días, coincidiendo en general con lo reportado por Sann (26) en Francia (Tabla 6). Otros autores han reportado que la concentración de Ca presenta una significativa disminución después de la primera semana de lactación (4-7 días), hasta la leche transicional (10-14) días, incrementándose luego hacia la leche madura (30-45 días) (15). Lemons (25), encontró que no existe una variación significativa de la concentración de Ca durante las primeras 8 semanas de lactación, concordando con lo reportado por Gross (27). Los valores de las concentraciones promedios encontrados en este trabajo para las tres etapas de lactación estudiadas no presentan diferencias estadísticamente significativas con los valores reportados en Francia (26) y USA (27) en etapas similares.

En este estudio se encontró que la concentración de P aumenta desde el calostro hasta la leche transicional, para luego disminuir hasta a leche madura, coincidiendo estas tendencias con las reportadas por la bibliografía (15,26,28) como se muestra en la Tabla 7. Lemons (25) en USA, encontró que la concentración de P, no cambia durante el periodo de lactación durante las primeras 8 semanas después del parto. Los valores de la concentración de P encontrados en la leche de calostro, no presentan diferencias estadísticamente significativas con los valores reportados por Sann (26) y Gross (27) en Francia y USA, respectivamente, mientras que en la leche transicional y madura fueron significativamente mayor a los reportados por Lemons (25), Sann (26) Gross (27) en USA y Francia.

Las concentraciones promedios de Mg durante las tres etapas de lactación estudiadas, no variaron de la leche de calostro a la leche transicional, disminuyendo hasta la leche madura. Estos resultados difieren de la mayoría de los reportados (Tabla 8). Rajalaksmi (18) reportó que la concentración de Mg en leche materna comienza a disminuir desde el calostro (48 h-5 días) hasta leche madura de 1 mes. Sharda (16), encontró que existe una pequeña disminución desde los 2 días hasta 6-10 días, para permanecer más o menos constante hasta los 6 meses. Kirsey (21), reporta que la concentración de Mg, no cambia durante los periodos de lactación de 3 días a 1 año. Los valores promedios de las concentraciones encontradas no presentan diferencias estadísticamente significativas con las reportadas por Sann (26) y Gross (27) en Francia y USA, respectivamente, sin embargo son menores que los reportados por Sharda (16) en la India.

En general se observa que los cambios más marcados en la concentración de los oligoelementos estudiados en la leche materna suceden en la primera semana de lactación,

tendiendo a estabilizarse hacia la leche madura. La concentración de los elementos traza estudiados: zinc;hierro y cobre en leche en esta población de madres se mantienen dentro de los niveles considerados normales por Iyengar (20). Los valores de los oligoelementos calcio, fósforo y magnesio son comparables a los reportados por la bibliografía. Estos resultados sugieren que el estado nutricional de esta población de madres es adecuado para satisfacer las demandas del lactante en esta primera etapa de su vida, corroborado con los recién nacidos (Tabla 9) los cuales observaron un crecimiento normal durante estas tres semanas (9).

REFERENCIAS

1. Yoshinaga J, JZ Li, T Susuki, J Karita, M Abe, F Hitoshi, J Mishina & MMorita. Trace Elements in Human Transitory Milk. *Biol. Trace Elem Res* 31: 159-70, 1991.
2. Grossklaus, R I Knoechel-Shiffer. Effect of maternal diet on trace element and mineral composition of breast milk. En: *Composition and Physiological Properties of Human Milk*. J Schaub (Ed). Elsevier. Science Publishers B.V. 1985, p.33-45.
3. Picciano MF. Elements in Human Milk and Infant Formulas. En: *Trace Element in Nutrition of Children*. RK Chandra (Ed). Nestle Nutrition, Vevey/Raven Press 1985, p. 157-179.
4. Fomon SJ & LJ Filer. *Milk and Formulas*: En: *Infant Nutrition 2da. Ed.* Philadelphia WB Saunders.1974, p359-427.
5. Fransson, GB & B Lonnerdal. Distribution of Trace Elements and Minerals in Human and Cow's Milk *Pediatr Re* 17: 912-915. 1983.
6. Lonnerdal B. LR Woodhouse & C Glazier Compartmentalization and Quantitation of Protein in Human Milk. *J Nutr* 117: 1385-1395, 1987.
7. Susuki TK H Tamagawa, S Hirano, E Kobayashi, K Takahashi & N Shimojo. Changes in Element Concentration and Distribution in Breast-Milk Fractions of a Healthy Lactating Mother. *Biol Trace Elem Res* 28 109-121, 1991.
8. Burguera M, JL Burguera, AM Garaboto & OM Alarcón. Iron and Copper content of human milk at early stage of lactation in Venezuelan women. *Trace Elem Med* 5: 60-63, 1983.
9. Siciliano L, E. Dini, M Puig, I. Rodríguez, R Golding & A Itriago. Determinación de Zinc y Cobre en leche materna en una muestra de población de Caracas. *Arch Ven Puer Ped* 55:74-77, 1992.
10. Méndez Castellano H & M Méndez. Estratificación social y biológica humana. *Arch Ven Puer Ped* 49:93-104, 1986.
11. Carrión N, A Itriago, M Murillo, E Eljuri & A Fernández. Determination of Calcium, Phosphorus, Magnesium, Iron, Copper and Zinc in Maternal Milk by Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrometry. *J Anal At Spectrom* 9:205-207,1994.
12. Starographics. *Statistical Graphics System*. Copyright 1986, 1987 STSC.Inc.
13. Miller, JC & JN Miller. *Statistics for Analytical Chemistry*. Wiley, New York, 1985, p.56-57.
14. Zar JH *Biostatistical Analysis*. 2da. Ed. Prentice Hall, New Jersey, 1984. p,79-90.
15. Feeley RM, RR Eitenmiller, JB Jones & H Barnharts. Calcium, Phosphorus, and Magnesium Contents Human Milk During Early Lactation. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 2:262-267, 1987.
16. Sharda B, B Bhandari & LM Bhandari. Copper, Zinc and Magnesium content of breast of Indian women. *Trans Royal Soc Trop Med and Hyg* 77:201-203, 1983.
17. Casey CE, KM Hambidge & M Neville. Studies in human lactation: zinc, copper, manganese and chromium in human milk in the first month of lactation. *Am J Clin Nutr* 49:1193-1200,1985

18. Rajalakshmi K & SG Srikantia. Copper, Zinc and Magnesium content of breast milk of Indian women. *Am J Clin Nutri* 33:664-669, 1980.
19. Ohtake M, R Chiba, K Mochizuki & K Tapa. 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* 135:335-342,1981
20. Iyengar GV. Reference Values for the concentrations of As, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, I, Hg, Mn, Mo, Ni, Pb Se, and Zn in Selected Human Tissues and Body Fluids. *Biol Trace Elem Res* 12:263-295,1987
21. Kirksey A, JA Ernst, JL Roepke & L. TSai Ta. Influence of mineral and use contraceptives before pregnancy on the mineral content of human colostrum and of more mature milk. *Am J Clin Nutr* 32:30-39,1979.
22. Higashi A, T Ikeda, I Uehara & I Matsuda. Zinc and Copper Contents in Breast Milk of Japanese Women. *Tohoku J. Exp Med* 137: 41-46,1982.
23. Feeley RM, RR Eitenmiller, JB Jones & H Bandnhart. Copper, Iron, and Zinc contents of human milk at early stages of lactation. *Am J Clin Nutr* 37:443-448, 1983.
24. Vega L, E Batista E & C Meza. Manganeso, cobre, hierro y molibdeno en la secreción temprana de calostro humana. *Bol Med Hosp Infant Mexico* 44:86-91, 1987.
25. Lemons JA, L Moye, D Hall & M Simmons. Differences in the composition of preterm and term Human Milk during Early Lactation. *Pediatr Res* 13:113-117, 1982.
26. Sann L, F Bienvenu, C Lahet, J Bienvenu & M Bethenod. Comparison of the composition of breast milk from mothers of term and preterm infants *Acta Paediatr Scand* 70:115-116,1981.
27. Gross S J, RJ David, L. Bauman & RM Tomarelli. Nutritional composition of milk produced by mothers delivering preterm. *J. Pediatr* 96:641-644, 1980.

Recibido: 30-05-1995

Aceptado: 11-11-1996