

## Contenido de hierro, zinc y cobre en los alimentos de mayor consumo en México

*Patricia López, Martha Castañeda, Gladys López, Elsa Muñoz, Jorge L. Rosado*

Departamento de Fisiología de la Nutrición, Instituto Nacional de la Nutrición Salvador Zubirán, México

**RESUMEN.** La información sobre el contenido de nutrimentos de los alimentos es importante para determinar el consumo de nutrimentos. Las tablas de composición de los alimentos que se utilizan en México y en algunos otros países de Latinoamérica no tienen información sobre el contenido de zinc, hierro y calcio o en los casos en los que la tienen, la información se basa en análisis que fueron realizados con alimentos de otros países. En el presente estudio se determinó el contenido de zinc, hierro y cobre en 104 alimentos de origen vegetal y 32 de origen animal de consumo frecuente en México. Los minerales se analizaron por espectrofotometría de absorción atómica. Los alimentos fueron agrupados en cereales, verduras, frutas, leguminosas y alimentos de origen animal y se analizaron en forma usual de consumo. El contenido de zinc varió de 0.018 mg/100g en la fresa a 9.193 mg/100g en la carne de res cocida. El hierro varió de 0.113 mg/100g en el yogur a 19.82 mg/100g en un cereal comercial con micronutrimentos adicionados. El cobre no estuvo presente en algunos alimentos y la mayor cantidad fue de 3.37 mg/100g en el hígado de res. El presente estudio contribuye con información sobre el contenido de minerales en los alimentos de mayor consumo en México, los cuales no habían sido analizados.

**Palabras clave:** Cobre, hierro, zinc, análisis de alimentos, México.

**SUMMARY.** Iron, zinc and copper content of foods commonly consumed in Mexico. Nutrient composition in foods is necessary for the determination of nutrient intake. Food composition tables used for dietary studies in Mexico do not have information of zinc, iron and copper; when present the values have been extrapolated from laboratory analysis carried out with foods in other countries and regions of the world. In this study zinc, iron, and copper content of 104 plant foods and 32 animal foods was determined. The procedure used was atomic absorption spectrophotometry for the minerals. Foods were grouped into cereals, vegetables, fruits, legumes and animal foods. Zinc content ranged from 0.018 mg/100g for strawberry to 9.193 mg/100g for beef. Iron content ranged from 0.113 mg/100g for yogurth to 19.82 mg/100g for a comercial cereal which had minerals added during processing. In some foods copper was not found and the highest content was 3.371 mg/100g in beef liver. This study has provided information on zinc, iron and copper content of the most commonly consumed foods in Mexico.

**Key words:** Copper, iron, zinc, food composition, Mexico.

### INTRODUCCION

En una evaluación reciente de la literatura Rosado et al. (1,2) reportaron que el problema de nutrición que afecta a un mayor número de individuos en el país es la presencia de anemia debido a deficiencia de hierro. Dependiendo de la región se puede presentar en más del 70% de los individuos en algunos grupos de población en el país (3,4). Algunos estudios realizados en el país (3,5-7) y en otros países (8) demuestran que la diferencia de hierro afecta de manera importante la salud y funcionalidad del individuo especialmente la capacidad física y el desarrollo cognoscitivo. Algunos estudios iniciales demuestran la probable existencia de deficiencias marginales de zinc en la población mexicana (7,9) lo cual puede tener consecuencias importantes en la capacidad de desarrollo y en la respuesta inmune de los individuos (10,11). Por otro lado el cobre también desempeña un papel fundamental en el metabolismo del hierro y, por lo tanto, en la síntesis

de hemoglobina (12). Además el cobre cumple funciones metabólicas claves en distintos órganos y sistemas, sin embargo, a diferencia del hierro y el zinc, el estado nutricional de cobre no ha sido evaluado en la población mexicana.

El zinc y hierro están asociados metabólicamente ya que se ha visto que la ingestión excesiva de hierro puede afectar la absorción del zinc (13) y sobre todo cuando se administran suplementos de hierro en dosis elevada (14,15). Por su parte el zinc influye negativamente sobre la biodisponibilidad del cobre. El zinc tiene un efecto antagónico sobre el cobre (16) ya que se ha visto que el exceso de zinc en la dieta agrava los signos de un bajo estado nutricional en cobre (17) y en los estados carenciales del zinc se produce un aumento de las concentraciones séricas de cobre en la rata, lo que demuestra la interacción extraordinariamente sensible entre ambos iones (18). Finalmente, el hierro puede afectar la absorción de cobre si se administra al mismo tiempo (13) y sobre todo cuando se administran suplementos de hierro en dosis elevadas (14,15).

A pesar de la importancia desde el punto de vista nutricional y de salud pública de estos minerales, se desconoce el contenido de hierro, zinc y cobre en muchos alimentos de consumo habitual en México. Las tablas de composición de alimentos usadas en México (19) y en otros países de América Latina (INCAP-ICNND) (20) no contienen información suficiente especialmente en lo que se refiere a zinc y cobre. Recientemente se han publicado algunas tablas de composición de alimentos mexicanos en los que la información del contenido de zinc, hierro y cobre se obtuvo principalmente de análisis de alimentos realizados en otros países (21).

Considerando que sería muy útil contar con una fuente reciente de información sobre el contenido de zinc, hierro y cobre en alimentos mexicanos, en el presente estudio utilizamos la información disponible sobre el consumo de alimentos de las Encuestas Nacionales de Nutrición llevadas a cabo en 1979 y 1989 en áreas rurales de México (22,23) y de la Encuesta Nacional de Salud llevada a cabo en 1988 (24) para determinar los alimentos de mayor consumo en México y en estos se determinó el contenido de hierro, zinc y cobre, haciendo un total de 104 alimentos de origen vegetal y 32 de origen animal.

## MATERIAL Y METODOS

### Selección de los alimentos

Para determinar los alimentos que se consumen frecuentemente en México analizamos los datos de consumo de alimentos, obtenidos de las Encuestas Nacionales de Nutrición llevadas a cabo en 1979 (22) y 1989 (23) y de la Encuesta Nacional de Salud realizada en 1988 (24). Todos los alimentos de origen animal y vegetal que fueron consumidos por más del 2% de las poblaciones estudiadas en cualquiera de las tres encuestas se incluyeron en la presente evaluación. De acuerdo con esto, se seleccionaron 104 alimentos de origen vegetal y 32 de origen animal.

### Tratamiento de las muestras

Los productos comerciales tales como cereales procesados o vegetales enlatados se compraron en cantidades equivalente en tres diferentes supermercados. Los cereales cuya composición es más variable entre muestras, tales como el pan, harina de maíz o tortilla se compraron en cantidades equivalentes en cinco tiendas diferentes. Las frutas, verduras y leguminosas fueron obtenidas en el centro de distribución más importante de la Ciudad de México, el cual provee el 90% de la demanda de estos alimentos. Las muestras de un mismo tipo de alimento fueron combinadas, homogenizadas y preparadas dentro de las 24 horas siguientes a que se compraron. Los cereales con un contenido < de 10% de agua se molieron en una licuadora hasta tener un tamaño de partícula suficiente para que pasaran a través de una malla de 1 mm. Los cereales con un contenido > de 10% de agua se secaron en una estufa de vacío a una temperatura < 50°C hasta obtener un peso

constante. En los cereales con un contenido de grasa > 10%, la grasa se extrajo antes del secado usando el método y aparato Goldfish. Las verduras y frutas frescas se lavaron, se homogenizaron, se liofilizaron y se mezclaron hasta obtener una muestra homogénea. La cáscara de las frutas se removió con excepción de la manzana, uva, durazno, ciruela, pera y guayaba las cuales se comen regularmente con cáscara. Las verduras que regularmente se comen cocidas se prepararon de acuerdo a los procedimientos estándares de cocción. Las leguminosas se lavaron, se cocieron durante 20-25 minutos en una olla de presión, se liofilizaron y se molieron hasta obtener una muestra homogénea.

Los alimentos de origen animal industrializados se obtuvieron también en cantidades similares en tres diferentes supermercados. Los alimentos no industrializados se obtuvieron en tres puestos diferentes de un mercado. Los diferentes tipos de carne, el pollo, el pescado y el hígado de res se lavaron con agua desionizada y se cocieron. Las carnes rojas se cocieron en una olla de presión durante 15 minutos y el pollo, pescado e hígado en una olla abierta durante 20 minutos, se molieron en licuadora y se liofilizaron. El chorizo y la longaniza se frieron y molieron hasta obtener una muestra homogénea, para posteriormente liofilizarse. Cada uno de los alimentos restantes se mezcló, se molió en licuadora y se liofilizó. En el caso de las leches, se compraron en polvo; las diferentes muestras de una misma marca, se mezclaron: haciendo muestras homogéneas para su posterior análisis.

### Análisis de los minerales

Se determinó el contenido de zinc, hierro y cobre en todos los alimentos mediante espectrofotometría de absorción atómica en muestras previamente digeridas (25). El procedimiento que se siguió para el tratamiento de las muestras vegetales fue el siguiente: las muestras se digirieron adicionando a 1 g de muestra liofilizada  $\pm$  35 ml en total de ácido nítrico concentrado, 2 ml de ácido perclórico y 0.5 ml de ácido clorhídrico concentrado (Merck, México D.F.) para posteriormente colocarse en una parrilla de digestión durante 4-6 horas a una temperatura baja. Se recuperó la muestra digerida con agua desionizada hasta tener un volumen de 50 ml, el cual se filtro para el análisis de los diferentes minerales. Los minerales se determinaron por espectrofotometría de absorción atómica (Perkin-Elmer, Norwalk CT, USA). Se analizó una muestra (tortilla) diez veces para tomarla como control en cada lote de digestión de muestras, la cual se trabajo en las mismas condiciones hasta la lectura de las mismas. Este tipo de control fue utilizado sólo para las muestras de origen vegetal. El coeficiente de variación del control fue de 1.67%, 1.02% y de 0.899% para los análisis de cobre, hierro y zinc respectivamente.

En el caso de los alimentos de origen animal, se utilizó el método de digestión por microondas (26). Una cantidad de 0.5 g de muestra liofilizada se digirió con 8 ml de ácido nítrico concentrado en vasos de teflón, especiales para la digestión.

Los vasos cerrados fueron calentados en un horno de microondas MDS-200 (CEM, Matthews NC, USA).

Las muestras se digirieron en dos etapas en las que se fue incrementando gradualmente la presión para evitar posibles proyecciones en los vasos de digestión. Esta forma permitió la digestión completa de las muestras a pesar de que tenían diferentes contenidos de grasa.

Una vez digeridas, las muestras se evaporaron en el mismo horno de microondas dejando los vasos abiertos, las muestras evaporadas se llevaron a un volumen final de 25 ml el cual se filtró para el análisis de minerales. La determinación de los minerales se realizó también por espectrofotometría de absorción atómica (25). En este caso, en cada corrida se metió un estándar de hígado de bovino (Standard Reference Material 1577, National Institute of Standards & Technology) al cual se le dio el mismo tratamiento que a las muestras. La recuperación y variación que se obtuvieron con el estándar fueron respectivamente 92.8% y 5% para cobre; 98.5% y 3% para zinc y 109.6% y 1% para hierro. Estos porcentajes de recuperación corresponden con los indicadores para el estándar utilizado.

## RESULTADOS Y DISCUSION

En la Tabla 1 se muestran los resultados del análisis llevado a cabo en los principales cereales y productos a base de cereales consumidos en el país. El contenido de cobre en los cereales varió de 0.069 mg/100g en el elote cocido a 0.945 mg/100g en el cereal industrializado conocido como "All bran" (Kellogg's S.A. de C.V.). El contenido de hierro varió de 0.337 mg/100g para el elote cocido a 19.82 mg/100g para el "All bran". En cuanto al zinc el contenido varió de 0.245 mg/100g para la pasta cocida a 5.11 mg/100g para All bran. Como podemos apreciar en la Tabla, los cereales para desayuno listos para comer tienen un contenido de hierro mayor que el resto de los cereales analizados, ya que estos productos generalmente están adicionados con algunos micronutrientes. La tortilla es la principal fuente de energía en la mayoría de las dietas consumidas en áreas rurales de México y constituye una fuente importante de energía de las dietas que se consumen en las ciudades. La tortilla presentó un contenido bajo de hierro, lo que aunado a que la biodisponibilidad de este mineral en la tortilla es baja (27), pone a la tortilla como una fuente muy pobre de hierro.

En la Tabla 2 se muestran los resultados del análisis en las verduras de mayor consumo en México. En este caso el cobre varió de 0.019 mg/100g para la col a 1.280 mg/100g para el chile piquín. El contenido de hierro varió de 0.345 mg/100g para la zanahoria a 11.34 mg/100g para el chile guajillo seco. La concentración de zinc varió de 0.102 mg/100g para el apio a 2.551 mg/100g para el chile piquín.

En la Tabla 3 se muestran los resultados de los análisis llevados a cabo en las frutas de mayor consumo en México. Los rangos de concentración de cobre variaron desde el

mamey y la papaya que no tenían cobre hasta 0.270 mg/100g para el coco. El contenido de hierro varió de 0.129 mg/100g para la naranja a 2.929 mg/100g para el coco y los valores de zinc variaron de 0.041 mg/100g para la papaya a 0.987 mg/100g para el coco.

En la Tabla 4 se muestran los resultados del análisis llevado a cabo en las principales leguminosas consumidas en el país. El contenido de cobre varió de 0.154 mg/100g para la lenteja a 0.248 mg/100g para la haba verde. En cuanto al hierro la concentración varió de 2.223 mg/100g para el garbanzo a 3.464 mg/100g para la lenteja. En el caso del zinc los valores fueron de 0.670 mg/100g para el frijol negro a 1.214 mg/100g para la haba verde. El frijol negro, tanto cocido como refrito forma parte de la dieta habitual de la población rural y urbana; a pesar de tener un alto contenido de hierro el frijol tiene también un contenido elevado de fibra dietética de 6% a 7%, y de algunas sustancias que interfieren con la absorción del mineral.

Por último, en la Tabla 5 se muestran los resultados de los análisis realizados en las muestras de origen animal. El cobre varió desde cero en el caso de la manteca de cerdo a 3.371 mg/100g de muestra en el caso del hígado de res. El contenido de hierro fue de 0.133 mg/100g para el yogurt a 7.723 mg/100g para el hígado de res. El contenido de zinc varió de 0.230 mg/100g para la mantequilla a 9.193 mg/100g para la carne de res. En este caso se puede apreciar que el contenido de los diferentes minerales en los alimentos de origen animal es notablemente mayor que en los alimentos de origen vegetal.

Algunos estudios previos han analizado el contenido de algunos minerales en la tortilla y en el frijol; esto debido a que son alimentos que se consumen frecuentemente en la población mexicana. En el caso de los frijoles refritos se ha reportado una variabilidad en el contenido de hierro en un rango de 2.8-8.27 mg/100g de peso seco en los diferentes estudios (28-33). En nuestro estudio, encontramos un contenido de 9.94 mg/100g de materia seca, que es ligeramente mayor al máximo valor reportado en estudios anteriores. El contenido de zinc en el frijol encontrado en el presente estudio fue de 2.11 mg/100g de materia seca y coincide con otros estudios, Wyatt et al. (28) reportaron un contenido de 2.87-3.17 mg/100g peso seco, Nabhan et al. (29) reportaron 2.7-4.4 mg/100g de peso seco en 7 muestras de frijoles y Koehler et al. (30) reportaron valores de 2.4-3.0 mg/100g de peso seco en 13 muestras de frijol pinto. Sólo un estudio de Grijalva et al. (31) reportaron valores menores, de 1.0 mg/100g de peso seco para el frijol.

La concentración de hierro en la tortilla que encontramos (3.48 mg/100g) coincide con los valores reportados en los estudios anteriores. Wyatt et al. (28) reportaron un valor de 3.09-5.50 mg/100g de peso seco, García López et al. (32) reportaron valores de 2.66 mg/100g de peso seco, Hernández et al. (33) 2.5 mg/100g de peso seco y sólo en un estudio (31) se encontró un valor de 6.3 mg/100g de peso seco que es notablemente mayor que los reportados por los demás autores. En el caso del zinc en la tortilla el valor encontrado en este

TABLA 1  
 Contenido de minerales en cereales y productos a base de cereales (mg/100g MH)

Alimento	Humedad %	Cu			Fe			Zn		
		N	$\bar{X}$	D.E.	N	$\bar{X}$	D.E.	N	$\bar{X}$	D.E.
Tortilla amarilla	47.5	3	0.189	0	5	2.074	0.110	3	1.002	0.010
Tortilla azul	47.5	3	0.231	0	3	1.732	0.080	3	0.971	0.016
Tortilla blanca	47.5	3	0.173	0.005	3	1.680	0.050	3	1.281	0.114
Masa amarilla	62.2	3	0.170	0.008	3	1.550	0.190	3	0.729	0.008
Masa azul	62.2	3	0.140	0.005	3	1.622	0.004	3	0.794	0.005
Masa blanca	62.2	3	0.832	0	3	1.183	0.020	3	1.801	0.082
Maíz amarillo crudo	10.6	3	0.197	0	4	1.842	0.020	3	2.002	0.014
Maíz para pozole (cocido)	64.9	3	0.120	0	3	1.357	0.080	3	1.121	0.041
Tostadas	2.9	3	0.213	0	3	3.690	0.094	3	1.583	0.024
Tortilla de harina	24.3	3	0.174	0.005	3	1.756	0.046	3	2.165	0.012
Tortilla de harina integral	24.3	3	0.341	0.005	3	2.014	0.014	3	2.369	0.012
Harina para tortilla	11.9	3	0.194	0	3	2.537	0.097	3	1.885	0.034
Harina para atole	13.5	3	0.121	0.005	3	0.891	0.140	3	1.687	0.005
Tamal verde	67.3	3	0.127	0.018	3	0.971	0.100	3	0.615	0.046
Elote enlatado	74.9	3	0.304	0.026	3	0.863	0.080	3	0.361	0.012
Elote cocido	72.4	3	0.069	0.005	3	0.337	0.012	3	0.770	0.022
Bolillo	22.8	3	0.170	0	3	1.420	0.012	3	0.865	0.021
Conchas	11.4	3	0.213	0.005	3	1.985	0.013	3	1.347	0.016
Pan de caja	33.1	3	0.154	0.005	3	2.054	0.160	3	1.171	0.042
Pan integral	29.5	3	0.162	0.005	3	3.504	0.110	3	1.410	0.008
Pan negro	35	3	0.150	0	3	2.294	0.120	3	1.046	0.037
Pan para hot dog	24.1	3	0.250	0	3	1.708	0.180	3	0.698	0.012
All bran	3.6	3	0.945	0.008	3	19.820	0.130	3	5.110	0.110
Crunchy nut	3.1	3	0.213	0.005	3	7.558	0.054	3	0.475	0.020
Rice krispis	4.4	3	0.249	0.005	3	10.130	0.220	3	1.050	0.016
Corn flakes	4.9	3	0.128	0.005	3	4.660	0.280	3	0.371	0.081
Corn pops	2.9	3	0.243	0.005	3	6.049	0.570	3	0.301	0.005
Nestum	4	3	0.326	0	3	13.392	0.380	3	1.075	0.220
Cerelac	1.1	3	0.227	0	3	7.220	0.150	3	1.454	0.008
Pasta para sopa fideo	10.4	3	0.322	0.005	3	1.299	0.070	3	1.192	0.020
Pasta cocida	80.2	3	0.095	0.012	3	0.424	0.130	3	0.245	0.005
Galletas marías	6.4	3	0.215	0.005	3	2.153	0.012	3	0.898	0.016
Hot cakes	50.1	4	0.175	0.005	4	0.898	0.080	3	0.579	0.017
Pastel oro	30	4	0.168	0.004	3	1.260	0.180	3	0.665	0.024
Gansito	16.9	3	0.374	0.005	3	3.847	0.050	3	0.781	0.016
Panque con nueces	21.5	3	0.267	0	ND	ND	ND	3	0.895	0.016
Pingüinos	11.9	3	0.308	0	3	4.528	0.050	3	0.661	0.008
Barritas	11.7	3	0.203	0.008	3	2.472	0.100	3	0.335	0.012
Submarinos	16.9	5	0.174	0.048	3	2.659	0.070	3	0.623	0.016
Arroz a granel crudo	11.2	3	0.195	0	3	1.918	0.060	3	0.968	0.012
Arroz cocido	70.3	3	0.101	0.008	3	0.843	0.190	3	0.433	0.016
Arroz integral crudo	12	4	0.202	0.010	4	2.015	0.150	3	1.575	0.005

ND= No determinado

TABLA 2  
Contenido de minerales en verduras (mg/100g MH)

Alimento	Humedad %	Cu			Fe			Zn		
		N	$\bar{X}$	D.E.	N	$\bar{X}$	D.E.	N	$\bar{X}$	D.E.
Cebolla cruda	89.1	3	0.073	0.008	3	0.590	0.130	3	0.387	0.044
Jitomate crudo	94	3	0.040	0.014	3	0.000	0	3	0.140	0.016
Chile serrano crudo	84.8	3	0.122	0.047	3	1.140	7.500	3	0.277	0.016
Zanahoria cocida	91.2	3	0.032	0.047	3	0.345	0.120	3	0.176	0.008
Tomate verde cocido	93.6	3	0.054	0.047	3	0.806	0.280	3	0.162	0.020
Aguacate	83.9	3	0.109	0.081	3	0.549	0.110	3	0.222	0.008
Nopal cocido	90.8	3	0.046	0	3	0.680	0.060	3	0.141	0.021
Chicharrón cocido	82	3	0.126	0.008	3	2.205	0.260	3	0.734	0.016
Guajillo seco cocido	14	3	0.550	0	3	11.335	0.120	3	1.359	0.024
Espinacas crudas	89.8	3	0.105	0.005	3	4.720	1.070	3	0.736	0.016
Col cocida	91.4	3	0.019	0.008	3	0.651	0.070	3	0.217	0.024
Chayote cocido	90.8	3	0.032	0	4	0.872	0.260	3	0.149	0.020
Elote cocido	72.4	3	0.116	0	3	0.944	0.140	3	0.289	0.008
Pepino crudo	95.4	3	0.045	0.012	3	0.620	0.240	3	0.152	0.020
Chile para rellenar	85.2	3	0.117	0.012	3	1.367	0.140	3	0.345	0.008
Chile chipotle	11.7	4	1.033	0.009	3	10.508	0.500	3	1.148	0.007
Apio crudo	93.6	3	0.021	0.012	ND	ND	ND	3	0.102	0.008
Lechuga romana	94.91	3	0.024	0.005	3	0.284	0.060	3	0.243	0.033
Chile piquín	10.5	3	1.280	0.005	ND	ND	ND	3	2.551	0.016
Chile ancho rojo cocido	10.1	3	1.088	0.005	3	7.605	0.110	3	1.915	0.020
Papas cocidas	77	3	0.113	0.008	3	0.442	0.040	3	0.494	0.024
Acelgas crudas	90.8	3	0.128	0.008	4	2.449	0.400	3	0.268	0.024
Betabel cocido	87.3	3	0.084	0.008	3	0.352	0.080	3	0.311	0.028
Chile chipotle enlatado	84.5	3	0.113	0.008	3	3.842	0.200	3	0.356	0.118
Coliflor cocida	92.5	3	0.049	0.009	3	0.605	0.210	3	0.284	0.041
Quelites cocidos	88	3	0.151	0.005	3	3.732	0.130	3	0.442	0.058
Chile jalapeño en escabeche	86.9	4	0.099	0.009	3	1.895	0.230	3	0.430	0.048
Alcachofa cocida	86.5	3	0.142	0.008	3	1.354	0.260	3	0.530	0.036
Brocoli cocido	90.2	3	0.097	0.008	3	1.314	0.230	3	0.503	0.024
Huazontle cocido	76.1	3	0.337	0.008	4	9.742	0.600	3	1.004	0.032
Berenjena cocida	91.7	3	0.070	0.005	3	0.480	0.140	3	0.307	0.033
Nabo cocido	93.2	3	0.042	0.009	4	0.357	0.070	3	0.107	0.024
Epazote crudo	85.5	3	0.162	0.016	3	5.298	1.070	3	0.384	0.037
Cilantro crudo	85.5	3	0.157	0.016	3	2.440	0.090	3	0.664	0.005

ND= No determinado

TABLA 3  
Contenido de minerales en frutas (mg/100g MH)

Alimento	Humedad %	Cu			Fe			Zn		
		N	$\bar{X}$	D.E.	N	$\bar{X}$	D.E.	N	$\bar{X}$	D.E.
Melón	92.8	3	0.017	0.008	ND	ND	ND	3	0.144	0.016
Fresa	90	3	0.016	0	3	0.547	0.070	3	0.018	0.037
Mango	79.9	3	0.114	0.005	3	0.466	0.050	3	0.139	0.008
Limón	90.3	3	0.028	0	3	0.217	0.090	3	0.080	0.016
Piña	85	3	0.011	0.008	3	0.421	0.040	3	0.078	0.005
Sandia	93.6	3	0.020	0.008	3	0.171	0.040	3	0.098	0.028
Tamarindo	22.6	3	0.224	0.005	3	2.392	0.050	3	0.836	0.008
Guayaba con cáscara	80.8	3	0.014	0	3	0.687	0.060	3	0.188	0.008
Durazno con cáscara	85.3	3	0.044	0.008	3	0.470	0.060	3	0.115	0.021
Mamey	72.4	3	0	0	3	1.286	0.080	3	0.251	0
Uvas con cáscara	81.6	3	0.083	0	3	0.329	0.230	3	0.086	0
Jicama	87.8	3	0.063	0.005	3	0.322	0.020	3	0.296	0.024
Pera con cáscara	84.4	3	0.051	0.009	3	0.221	0.030	3	0.147	0.016
Ciruela con cáscara	86.9	3	0.021	0.008	3	0.288	0.020	3	0.106	0.008
Toronja	89.2	3	0.014	0.001	3	0.174	0.020	3	0.090	0.008
Mango enlatado	74.1	3	0.065	0.002	3	0.378	0.160	3	0.106	0.012
Coco	52.3	3	0.270	0.004	3	2.929	0.130	3	0.987	0.008
Guanábana	86.8	3	0.100	0	3	0.455	0.020	3	0.268	0.021
Granada	72.9	3	0.073	0.001	3	0.658	0.030	3	0.455	0.020
Plátano	65.5	3	0.09	0.000	4	0.938	0.070	3	0.186	0.008
Naranja	85.7	3	0.008	0.002	3	0.129	0.020	3	0.073	0.014
Manzana	84	3	0.028	0.002	3	0.163	0.040	3	0.092	0.016
Papaya	90.7	3	0	0.000	3	0.174	0.040	3	0.041	0.008

ND= No determinado

TABLA 4  
Contenido de minerales en leguminosas (mg/100g MH)

Alimento	Humedad %	Cu			Fe			Zn		
		N	$\bar{X}$	D.E.	N	$\bar{X}$	D.E.	N	$\bar{X}$	D.E.
Lenteja cocida	72	3	0.154	0.004	3	3.464	0.090	3	1.159	0.005
Garbanzo cocido	69	3	0.161	0	3	2.223	0.050	3	0.682	0.017
Haba verde cocida	71.1	3	0.248	0	3	2.823	0.050	3	1.214	0.008
Frijol negro cocido	69	3	0.208	0.005	3	2.864	0.090	3	0.670	0.016
Frijol refrito	67.4	3	0.176	0	3	3.240	0.100	3	0.688	0.012

TABLA 5  
Contenido en minerales en alimentos de origen animal (mg/100g MH)

Alimento	Humedad %	Cu			Fe			Zn		
		N	$\bar{X}$	D.E.	N	$\bar{X}$	D.E.	N	$\bar{X}$	D.E.
Manteca de cerdo	0.167	3	0	0	3	1.248	0.035	3	0.279	0.0035
Mantequilla	14.67	3	0	0	3	3.070	0.040	3	0.230	0.015
Mayonesa	12.33	4	0.179	0.011	4	2.124	0.037	4	0.588	0.001
Salchicha	59.84	3	0.313	0.14	3	1.365	0.070	3	1.297	0.015
Chicharrón	2.2	3	0.127	0.15	3	1.369	0.011	3	1.477	0.022
Queso de puerco	44.9	3	0.121	0.01	3	1.543	0.028	3	0.931	0.045
Queso chihuahua	46.7	3	0.117	0.012	3	0.640	0.010	3	2.324	0.123
Crema	55.09	3	0.097	0	3	0.354	0.001	3	0.412	0.011
Queso añejo	36.01	4	0.141	0	4	0.832	0.120	4	2.150	0.027
Jamón	74.4	3	0.102	0.007	3	1.024	0.042	3	1.615	0.013
Queso americano	42.6	3	0.126	0.007	3	1.091	0.049	3	1.337	0.028
Queso oaxaca	48.04	3	0.114	0.003	3	1.299	0.049	3	3.118	0.029
Chorizo	16.37	4	0.201	0.005	4	2.542	0.058	4	2.542	0.092
Carne de res	62.06	4	0.110	0.006	4	2.144	0.058	4	9.193	0.65
Longaniza	20.03	4	0.360	0.023	4	4.174	0.040	4	3.799	0.16
Atún	70.23	3	0.053	0.006	3	0.658	0.085	3	0.455	0.16
Carne puerco con hueso	42.11	3	0.104	0	3	1.465	0.072	3	4.591	0.01
Pollo	62.87	4	0.067	0.002	4	0.538	0.013	4	0.898	0.078
Huevo	74.54	3	0.084	0.014	3	1.477	0.110	3	1.169	0.13
Yogurt	83.18	3	0	0	3	0.113	0.1	3	0.547	0.035
Queso fresco de vaca	49.42	4	0.091	0.002	4	0.571	0.012	4	2.944	0.3
Leche evaporada	74.79	3	0	0	3	0.370	0.150	3	0.776	0.17
Hígado de res	63.12	3	3.371	0.130	3	7.723	0.079	3	3.725	0.53
Lisa	68.1	4	0.105	0.006	4	1.346	0.090	4	0.871	0.079
Tocino	18.31	3	0.106	0.003	3	0.809	0.020	3	1.658	0.05
Barbacoa	63.27	3	0.173	0.028	3	2.766	0.110	3	2.780	0.027
Cazón	68.14	3	0.048	0.009	3	0.433	0.066	3	0.631	0.019
Leche entera (mi leche)	2.49	3	0.136	0.005	3	1.121	0.119	3	1.589	0.026
Leche semidescremada (nido)	2.76	4	0.165	0.005	4	7.098	0.140	4	3.277	0.017
Leche descremada (baden)	4.09	3	0.173	0.001	3	3.550	0.105	3	3.280	0.062
Leche descremada (nutrileche)	4.09	5	0.480	0.004	5	3.550	0.005	5	2.122	0.053
Leche entera (alpura) polvo	2.36	5	0.166	0.002	5	0.439	0.010	5	2.724	0.05

estudio fue de 2.06 mg/100g peso seco, el cual compara muy bien el reportado por Wyatt et al. (28) que fue de 2.06-3.08 mg/100g de peso seco. Grijalva et al. (31) reportan un valor menor, 1.5 mg/100g de peso seco.

El contenido de hierro de la harina de maíz para tortilla que encontramos fue de 2.88 mg/100g de materia seca, el cual es comparable con el reportado por Wyatt et al. (28) el cual fue de 2.08 mg/100g de peso seco. De igual manera, como en el caso de la tortilla Grijalva et al. (31) reportaron valores mayores, de 7 mg/100g de peso seco. Para el zinc también han sido encontradas diferencias significativas. En este estudio determinamos que la harina para tortillas contiene 2.14 mg/100g de peso seco mientras que Wyatt et al. (28) reportaron de 0.93-2.096 mg/100g de peso seco y Grijalva et al. (31) 1.4 mg/

100g de materia seca.

Como es bien conocido existe variabilidad entre los datos de contenido de nutrimentos de los alimentos, en el caso del presente estudio la variabilidad para el frijol y la tortilla podría deberse a diferencias en el proceso de cultivo en los diferentes lugares que incluyen; diferencias en el tipo de suelo, en el uso de fertilizantes o las diferencias en el clima, también podrían deberse a las diferentes formas de preparación. En cuanto a los otros alimentos vegetales no se hacen comparaciones ya que no existe una fuente reciente del análisis de minerales en ellos.

Consideramos que es de utilidad contar con información sobre el contenido de zinc, hierro y cobre de los alimentos de mayor consumo en México. Además, estos análisis pueden ser útiles para otros países de América Latina en donde los

alimentos que se producen y consumen son similares a los de México y en donde la información del contenido de minerales en los alimentos es también escasa.

La información sobre el contenido de nutrimentos de los alimentos tiene gran importancia en estudios epidemiológicos ya que constituye una parte fundamental en la evaluación y diagnóstico de la adecuación de la dieta y el estado de nutrición. Así mismo contribuye en el desarrollo y/o mejoramiento de producción y procesamiento de alimentos, así como en programas de intervención alimentaria.

### REFERENCIAS

- Rosado JL, Bourges H, Saint-Martín B. Deficiencia de vitaminas y minerales en México. Una revisión crítica del estado de la información. I. Deficiencia de minerales. *Salud Pública Mex* 1995;37(2):130-9.
- Rosado JL, Bourges H, Saint-Martín B. Deficiencia de vitaminas y minerales en México. Una revisión crítica del estado de la información. II. Deficiencia de vitaminas. *Salud Pública Mex* 1995;37(5):452-461.
- Cantó de Cetina T, Cárdenas S, Ortiz M, Polanco L, Vera L, Piña-Castro R, et al. Valores de hemoglobina y hierro sérico en mujeres de clase socioeconómica baja. Yucatán, México. *Bol Oficina Sanit Panam* 1985;98:464-472.
- Ruiz López J, Ayala-Urbina J, Cano-Castellanos R. La hemoglobina capilar como predictor de la respuesta al hierro oral en niños con deficiencia de hierro. *Rev Invest Clin* 1991;43:37-39.
- Vega Franco L, Mejía A, Robles B, Moreno L, Pérez Y. Cociente intelectual y desnutrición. La deficiencia de hierro y la concentración de plomo como variables confusoras. *Bol Med Hosp Infant Mex* 1991;48:826-31.
- Peña R, Casanueva E, Valdés-Ramos, Guerra-Infante F, Gómez E, Ortiz V et al. Valor predictivo de la deficiencia de hierro sobre la flogocitosis de mujeres embarazadas. *Perinatol Reprod Hum* 1994;8:29-32.
- Hunt I, Murphy M, Martner P, Faraji B, Swendseid M, Reynolds R et al. Zinc, vitamin B6, and others nutrients in pregnant women attending prenatal clinics in México. *Am J Clin Nutr* 1987;46:563-9.
- Ponpon I, Pollit E. Reversal of development delays in iron-deficient anaemic infants treated with iron. *The Lancet* 1993;341:1-4.
- Rosado JL, López P, Muñoz E, Martínez H, Allen LH. Zinc and iron supplementation do not affect growth, but improve body composition and reduce morbidity of growth-stunted Mexican preschoolers. *Am J Clin Nutr* 1997;65:13-9.
- Stirn FE, Elvehjem CA, Hart EB. The indispensability of zinc in the nutrition of the rat. *J Biol Chem* 1935;109:347-59.
- Rosado JL. Deficiencia de zinc y sus implicaciones funcionales. *Salud Pública de México* 1998;40(2):181-188.
- Williams DM. Copper deficiency in humans. *Semin Hematol*. 1983;20:118-128.
- Solomons NW, Jacobs RA. Studies of the bioavailability of zinc in man. IV. Effects of heme and non-heme iron on absorption of zinc. *Am J Clin Nutr* 1981;34:475-482.
- Brekin MW, Worthington-Roberts BS, Knopp RH, et al. First trimester serum zinc concentration in human pregnancy. *Am J Clin Nutr* 1983;38:943-953.
- Hambidge KM, Krebs NF, Sibley L, English J. Acute effects of iron therapy on zinc status during pregnancy. *Obstet Gynecol* 1987;70:593-596.
- O'Dell BL. Bioavailability and interactions among trace elements. In: *Trace elements in nutrition of children* (R.K. Chandra, ed.), pp. 41-62, Nestlé Nutrition, Vevey/Raven Press, New York. 1985.
- Lábbe MR, Fischer PWF. The effects of dietary zinc on the activity of copper-requiring metalloenzymes in the rat. *J Nutr* 1984;114:823-828.
- Festa MD, Anderson HL, Dowdy RP, Eller-siéck MR. Effect of zinc intake on copper excretion and retention in men. *Am J Clin Nutr* 1985;41:285-292.
- Hernández M, Bourges H, Chávez A. Tablas de valor nutritivo de los alimentos mexicanos. México D.F. Instituto Nacional de la Nutrición. 1967.
- INCAP-ICNND. Food composition table for use in Latin America. Guatemala. 1961.
- Muñoz M, Chávez A, Pérez-Gil F, et al. Tablas de valor nutritivo de los alimentos de mayor consumo en México. Instituto Nacional de la Nutrición e Instituto Nacional de Cancerología. Primera Edición. Edit. Pax México. 1996.
- Instituto Nacional de la Nutrición. Encuesta Nacional de Alimentación. 1979. Resultados de la encuesta rural analizada por ponderación, presentada por entidad federativa y desagregada según zonas nutricionales. INNSZ L-46, México. 1982.
- Instituto Nacional de la Nutrición. Encuesta Nacional de Alimentación en el Medio Rural 1989. INNSZ L-86, México. 1990.
- Secretaría de Salud. Dirección general de epidemiología. Encuesta Nacional de Epidemiología. Encuesta Nacional de Nutrición 1988. Resultados Nacionales y por regiones. México, D.F.; DGE-SSA, 1988.
- AOAC. Official Methods of Analysis, 15th ed.; Helrech E, Ed.; Association of Official Analytical Chemists: Washington DC, 1990.
- Schelkoph GM, Milne DB. Wet microwave digestion of diet and fecal samples for inductively coupled plasma analysis. *Anal Chem* 1988;60(19):2060-62.
- Urizar Hernández AL, Bressani R. Efecto de la nixtamalización del maíz sobre el contenido de ácido fólico, calcio y hierro total y disponible. *Arch Latinoamer Nutr* 1997;47(3):217-223.
- Wyatt CJ, Triana-Tejas A. Soluble and insoluble Fe, Zn, Ca, and phytates in foods commonly consumed in northern México. *J Agric Food Chem* 1994;42:2204-2209.
- Nabhan GP, Weber CW, Berry JW. Variation in composition of Hopi Indian beans. *Ecol Food Nutr* 1985;16:135-52.
- Koehler HH, Chung-Hsia C, Scherier G, Burke DW. Nutrient composition, protein quality and sensory properties of 36 cultivars of dry beans (*Phaseolus vulgaris*). *J Food Sci* 1987;52(5):1335-40.
- Grijalva MI, Caire G, Sánchez A, Valencia ME. Composición química, fibra dietética y contenido de minerales en alimentos de consumo frecuente en el noroeste de México. *Arch Latinoamer Nutr* 1995;45(2):145-150.
- García-López JS, Wyatt CJ. Effect of fiber in corn tortillas and cooked beans on iron availability. *J Agric Food Chem* 1982;30(4):724-27.
- Hernández M, Chávez A, Bourges H. Tablas de uso práctico, 10th ed.; Instituto Nacional de la Nutrición, Publicaciones de la División de Nutrición L-12, México D.F., 1987.

Recibido:07-10-1998

Aceptado:15-04-1999