

## Nutrición de alimentos con énfasis en el agregado de micronutrientes a la harina de trigo

*Guillermo Arroyave, Ph.D. (Consultor)*

**RESUMEN.** Se ha demostrado que la nutrición de harina de trigo hasta con diez micronutrientes es tecnológicamente factible y nutricionalmente efectiva. Ciertos criterios deben ser satisfechos para determinar si este alimento es apropiado como «vehículo» de nutrición en un país o región en particular. Lo más importante, sin embargo, es cerciorarse que su consumo es extenso entre la población que necesita acciones de prevención y control de deficiencias de vitaminas y minerales específicos. En vista de que es posible que los países de Latinoamérica difieran ampliamente a este respecto, dicha cuestión requiere un cuidadoso escrutinio. Los esfuerzos de planificación y los ensayos iniciales en gran escala en algunos países ilustran el problema más frecuente: el principal obstáculo que ha impedido la consolidación de muchos programas de nutrición en el mundo subdesarrollado no ha sido la falta de factibilidad tecnológica y económica, sino más bien, fallas en el proceso de toma de decisiones al nivel político.

### Bases conceptuales para nutrición<sup>1</sup> de alimentos como una intervención nutricional alternativa.

La solución lógica y fundamental al problema de las deficiencias nutricionales en grupos de población, incluyendo deficiencias de algunas vitaminas y algunos minerales importantes, debe tener como base la modificación de los patrones de producción, distribución y consumo de alimentos. Estos cambios radicales deberían lograrse por medio de estrategias agrícolas, educativas y socioeconómicas. Sin embargo, la

<sup>1</sup> El término «nutrición» fue sugerido por J.C. Bauernfeind para evitar la confusión que causan las diferencias triviales entre términos como «fortificación», «enriquecimiento» y «restauración», englobándolos en un concepto único de «agregado de nutrientes a los alimentos».

Editado y Producido por: The Vitamin A Field Support Project (VITAL) International Science and Technology Institute, Inc., 1616 North Fort Myer Drive, Suite 1240 Arlington, VA 22209, U.S.A. Teléfono (703)841-0652. Fax: (703)841-15971

**SUMMARY.** Food nutrition with emphasis in micronutrient addition to wheat flour. Nutrition of wheat flour with at least ten micronutrients has proven to be technologically feasible and nutritionally effective. Some criteria must be satisfied in order to determine if the food is appropriate as a carrier for nutrition in a country or in a particular region. The most important aspect however, is that to be sure that it is consumed by the population in need of preventive actions and control of specific vitamin and mineral deficiencies. In view of the fact that Latinamerican countries may greatly differ in this respect, such a question deserves careful scrutiny. The preliminary efforts and previous large scale trials in some countries, illustrate the most frequent problem: the main obstacle against successful achievement of many nutrition programs in the developing world has been, not the lack of technological and economical feasibility but the failure to take key decisions at political levels.

aplicación y el resultado exitoso de estas tácticas requieren mucho tiempo, y la extensión y la magnitud de algunas deficiencias dietéticas son tales que la puesta en práctica de intervenciones específicas, de las cuales se esperan resultados de impacto positivo a corto plazo, llega a ser imperiosa. En este contexto debe considerarse la nutrición de alimentos. Cuando se llevan a cabo como es debido, se ha demostrado que los programas de nutrición son muy eficaces en el caso de ciertos micronutrientes esenciales.

Los enfoques de nutrición de alimentos tienen la ventaja práctica de que los miembros de la comunidad no tienen que participar activamente sino que continúan consumiendo el alimento seleccionado como «vehículo», pero ya nutrido, este alimento se convierte en una fuente excelente del nutriente requerido. Además, los proyectos de nutrición generalmente pueden ponerse en práctica rápidamente, varios nutrientes pueden muchas veces ser incorporados simultáneamente y los niveles y las cantidades de los nutrientes se pueden modificar fácilmente. En general, la nutrición es potencialmente la forma menos costosa para corregir o impedir los déficits dietéticos.

### Factores que deben considerarse para el establecimiento de un programa de nutrición.

Como primer paso en el establecimiento de un programa de nutrición en un país, debe determinarse la naturaleza y la extensión de las deficiencias nutricionales, la magnitud de los déficits dietéticos en relación a los niveles recomendados de consumo, así como la distribución del problema entre las diferentes regiones ecológicas, los niveles socioeconómicos y los grupos de edad.

El siguiente paso es la selección del alimento que serviría como un «vehículo» apropiado para los nutrientes. Esta selección se basa principalmente en los siguientes criterios: 1) El «vehículo» debería ser un alimento que consume esencialmente toda la población «objetivo», incluyendo los grupos más vulnerables. 2) El consumo *per capita* de tal alimento debería variar dentro de límites muy estrechos de día a día y de persona a persona. 3) El proceso de nutrición no debería resultar en cambios apreciables en las características organolépticas del alimento «vehículo» para asegurar su continua aceptabilidad por los consumidores. 4) El alimento debería pasar por estaciones centrales de procesamiento y almacenaje donde el agregado uniforme del nutriente (o nutrientes) pueda llevarse a cabo bajo condiciones bien controladas(1).

La siguiente consideración importante es la selección del tipo y de la forma de los nutrientes. Los criterios básicos son: 1) La naturaleza química y física de los nutrientes debe asegurar la ausencia de interacciones químicas indeseables con el alimento «vehículo» y con otros nutrientes cuando se agregan como parte de una mezcla de micronutrientes. 2) Los nutrientes deben ser suficientemente estables durante el almacenaje y los procesos de cocción para asegurar que su consumo real sea a niveles que contribuirán significativamente a satisfacer las necesidades nutricionales de la población. 3) El tamaño de las partículas de los nutrientes y su forma deben permitir su combinación con el «vehículo» en una mezcla estable en la cual no ocurra segregación. 4) El costo de los nutrientes no debería de afectar prácticamente el precio del producto final (1,2).

Como se mencionó brevemente antes, el agregado de nutrientes debe ser llevado a cabo en plantas manufactureras o de procesamiento donde existe equipo apropiado. Los procedimientos para el control de la calidad de las operaciones y del laboratorio deben asegurar el respeto a las especificaciones establecidas previamente para el alimento nutricional.

Las vías de venta y de distribución deben determinar cuidadosamente para garantizar que el producto final efectivamente llegue a los grupos de población a los cuales se dirige el programa, aún los más aislados, que por lo general son también los más vulnerables a deficiencias nutricionales.

### Nutrición de harina de trigo con vitaminas y minerales.

El trigo es normalmente molido a harina antes de ser usado como alimento. La harina que contiene el grano entero se puede usar. Más frecuentemente, sin embargo, el germen y diversas proporciones de las capas exteriores se quitan de la porción central del grano. Al porcentaje del grano original que se utiliza como harina se le llama «grado de extracción». Una harina con un grado de extracción de 85%, por ejemplo, contiene 85% del grano original, mientras 15% es descartado. El grado de extracción se refiere a la proporción del grano original en la harina y no en el salvado. Por lo tanto, las harinas con grados de extracción bajos han perdido más del endospermo exterior y las capas aleurónicas.

Las harinas de baja extracción, comparadas con las de alta extracción, tienen las siguientes ventajas como «vehículos» para la nutrición: 1) Contiene menos grasa lo cual las hace menos susceptibles a rancidez y, por lo tanto, es más fácil conservarlas. 2) Tienen menos fibra y ácido fólico, sustancias que interfieren en la biodisponibilidad de algunos micronutrientes presentes por naturaleza o agregados como agentes nutritivos. Esto es cierto especialmente para el hierro. 3) Son más blancas y con más uniformidad en su textura y en sus calidades de cocción. Por estas razones parecen ser preferidas para hacer pan por gente de la más variadas culturas.

Una de las consecuencias negativas de un proceso de baja extracción es que cantidades muy importantes de vitaminas del grupo B, hierro y calcio, que están presentes en el grano en su forma original, se pierden. Hace varias décadas este descubrimiento sugirió el concepto y la adopción del «enriquecimiento» o la «restauración». La base conceptual para añadir algunos micronutrientes esenciales a la harina de trigo de baja extracción fue, en realidad, reponer las vitaminas y los minerales perdidos durante la molienda. Aunque este concepto todavía es en parte válido especialmente en países desarrollados, el concepto más general de nutrición prevalece hoy en día. Es decir, que la harina blanca de trigo puede y debería usarse como un «vehículo» ideal para una variedad de nutrientes que se encuentran deficitarios en la dieta de una determinada población aún si algunos de estos nutrientes no estaban presentes en el grano de trigo en su forma original (2).

Desde el principio, se ha acostumbrado añadir una combinación de nutrientes que varían en número desde la premezcla simple usada actualmente en los Estados Unidos que contiene solamente tiamina, riboflavina, niacina y hierro, hasta las mezclas más complejas como la premezcla «Tipo 10» recomendada por el «Food and Nutrition Board of the National Research Council» en 1974 (3). Esta contiene diez nutrientes: tiamina, riboflavina, niacina, piridoxina, folato, vitamina A, hierro, calcio, magnesio y cinc (NRC, 1970). Se llevaron a cabo estudios de viabilidad por varios años con la cooperación de las industrias de fabricación de harina y de panadería y en 1979 el «Inter-Industry Committee» llegó a la conclusión que el agregado a la harina de trigo parecía ser técnicamente

viable. Esta premezcla compleja, sin embargo, no se usa comercialmente a gran escala todavía.

La nutrición de la harina de trigo se ha llevado a cabo muy eficazmente al nivel industrial por varias décadas. La operación se lleva a cabo en los molinos donde se le agrega una premezcla y luego se mezcla para asegurar una distribución uniforme. La tecnología se conoce bien y se aplica en muchos países desarrollados de una manera muy estandarizada.

La nutrición de la harina de trigo con una premezcla que contiene tiamina, riboflavina, niacina y hierro, se inició en los Estados Unidos en la década de los años cuarenta hasta la fecha. Como se ha mencionado, la base conceptual de esta práctica inicial era devolver a la harina algunos nutrientes críticos que se pierden durante la molienda. Después de 25 años, sin embargo, respondiendo a una iniciativa de la UNICEF, el gobierno de los Estados Unidos reglamentó la incorporación de vitamina A a la harina donada a países en desarrollo.

#### Consideraciones sobre vitaminas y minerales seleccionados como aditivos más importantes para la salud nutricional de las poblaciones de Latinoamérica.

Riboflavina, tiamina y niacina. Estas vitaminas que son solubles en agua, están al alcance en el comercio en una forma cristalina y pura y están listas para ser agregadas a la harina de trigo, generalmente combinándolas en la premezcla en las proporciones prescritas. Son muy fáciles de manejar y notablemente estables. Los estudios han demostrado que la pérdida de estas vitaminas es nula o insignificante bajo condiciones de almacenaje normales. Además la retención durante el horneado y los procesos ordinarios de cocción es satisfactoria también; así, esencialmente toda la cantidad de las vitaminas agregadas está presente en el pan y otros productos elaborados (5,6).

Vitamina A. Desde finales de los años 60 ha sido factible la nutrición de la harina de trigo con vitamina A. La necesidad de agregar esta vitamina a la harina fue primeramente propuesta por la UNICEF, reconociendo su potencial como «vehículo» para este nutriente esencial que estaba, y aún está, en serio déficit en las dietas de millones en el mundo subdesarrollado. La naturaleza aceitosa y la alta inestabilidad de la vitamina A natural pura (retinol y sus ésteres) habían impedido su uso como agente nutritivo para productos de cereales y otros alimentos no grasos. El desarrollo y producción industrial de formas secas y estabilizadas de palmitato de vitamina A de muy pequeño tamaño de partícula han mejorado notablemente la tecnología para la nutrición de una amplia variedad de alimentos (6).

El modelo, y probablemente el producto pionero, fue sintetizado en los laboratorios de Hoffmann-LaRoche, Basilea, Suiza y designado «palmitato de vitamina A 250 SD». Fue concebido especialmente para nutrir harina de trigo pero, al presente se está aplicando a varios otros alimentos (6). Su ingrediente activo es el palmitato de vitamina A en una matriz hidromiscible de goma acasia, lactosa y aceite de coco, más

hidroxitolueno butilado, ácido sórbico y benzoato de sodio como antioxidantes y preservativos. Es un polvo fino de color amarillo claro y de un tamaño de partícula ideal para ser mezclado con la harina de trigo. Su potencia es 250.000 UI por gramo.

Alimentos procesados (pan, pasteles, pastas, etc.) preparados con harina nutricional con premezclas que incluyen vitamina A, son muy aceptables. No se pudieron detectar sabores extraños ni otros cambios organolépticos en pan que había sido nutricional con premezclas aún tan complejas como la premezcla «Tipo 10» propuesta en 1974 por el «National Research Council» de los Estados Unidos (6).

Varios estudios han documentado su estabilidad durante almacenamiento a diferentes temperaturas. Los hallazgos han sido confirmados en la práctica. Colt et al (5) demostraron en 1974 la excelente estabilidad de la vitamina A en harina y en pan aún en presencia de hierro, zinc, magnesio y calcio. Otra investigación representativa es la de Liu y Parish (7), cuyos resultados se resumen en la Tabla 1. Estos investigadores mostraron, además, que la vitamina A en la harina después de almacenamiento era completamente biodisponible para el crecimiento y las reservas hepáticas de ratas experimentales

TABLA 1  
BIOPOTENCIA DE VITAMINA A DESPUES DE  
ALMACENAMIENTO EN HARINAS FORTIFICADAS (7)

Condiciones de almacenamiento	Harina de maíz	Harina blanca de pan
3 meses, 40° C	99 <sup>1</sup>	98
3 meses, temp. ambiente	98	99
3 meses, 45° C	97	95
12 meses	—	95

1 Las cifras son porcentajes de retención.

Es comprensible que, desde un principio, una importante preocupación fue el grado al cual la vitamina A agregada resistiría el proceso de horneado para la preparación de pan y pasteles, así como otros procedimientos de cocción. Ensayos preliminares aislados se llevaron a cabo antes de 1974, con resultados halagadores. En 1980, Parish et al publicaron los resultados de una investigación muy completa para determinar las pérdidas de la vitamina en alimentos preparados con harinas nutricionales y la posible destrucción adicional durante el almacenamiento. Estas pruebas fueron efectuadas como parte de un estudio de factibilidad de una propuesta de nutrición de productos de cereales en los Estados Unidos («Proposed Fortification Policy for Cereal Grain Products», U.S. National Research Council). Los resultados de estos estudios se resumen en la Tabla 2, y confirman la muy satisfactoria estabilidad de la Vitamina A bajo las condiciones del ensayo, las cuales estaban diseñadas para simular las condiciones reales de procesamiento y tratamiento en la práctica. Los datos obtenidos con pastas fabricadas con semolina nutricional

detectaron cerca de 82-85% de la vitamina agregada después de varios meses de almacenamiento a 25° y 40° C.

TABLA 2  
PORCENTAJE DE RECUPERACION DE VITAMINA A  
EN PRODUCTOS DE CEREALES PREPARADOS CON  
HARINAS FORTIFICADAS (8)

Producto	Fresco	Almacenado
Pan		
Blanco <sup>a</sup>	103	97 <sup>b</sup>
Blanco <sup>a</sup>	97	—
Tostado (claro) <sup>c</sup>	100	—
Tostado (oscuro) <sup>c</sup>	93	—
Pan blanco <sup>d</sup>	104	99 <sup>b</sup>
Pan de maíz <sup>e</sup>		
Fresco <sup>f</sup>	91	—
Secado <sup>g</sup>	97	—
Pastel		
Blanco	89	72 <sup>h</sup>
Amarillo	100	89 <sup>h</sup>
Panqueques <sup>i</sup>	97	—

- preparado con harina con hierro electrolíticamente reducido; algunas pequeñas manchas de moho en la muestra de 6 días.
- almacenamiento por 6 días.
- recuperación en el pan tostado de la vitamina A original en el pan fresco.
- preparado con harina con sulfato ferroso.
- harina de trigo y maíz molido en partes iguales.
- no fue secado antes del análisis.
- el mismo tratamiento que las otras muestras de pan
- almacenado por 5 días
- preparados con harina de trigo fortificada, harina de maíz y maíz molido.

El total de la evidencia no deja dudas sobre la excelencia del palmitato de vitamina A 250 SD para la nutrición de harina de trigo.

**Hierro.** Como se mencionó, las harinas de baja extracción tienen la desventaja que su contenido de hierro se ve marcadamente reducido durante la molienda. Sin embargo, debido a que durante el proceso se extraen también sustancias como la fibra y los fitatos que, al estar presentes, interfieren con la absorción del hierro, el refinamiento convierte a la harina de trigo en un «vehículo» muy adecuado para la nutrición con este mineral. Los compuestos de hierro deben ser sometidos a pruebas estrictas en el marco de los criterios discutidos en la sección II para determinar si son apropiados como nutricos de la harina de trigo: a) su biodisponibilidad debe permitir una absorción intestinal similar, o al menos sólo ligeramente inferior, a la absorción promedio del hierro naturalmente presente en dietas mixtas; b) después de su incorporación en la harina su sabor debe ser

indetectable; c) el tamaño y la forma de sus partículas debe ser apropiado para permitir una mezcla homogénea con la harina y con los otros ingredientes de la premezcla; d) la naturaleza química del compuesto de hierro debe asegurar un bajo grado de reactividad en el producto final.

Se ha ensayado un extenso número de compuestos de hierro, pero muchos de estos muestran una o más desventajas importantes. Al presente, las formas de hierro metálico pulverizado (hierro reducido, hierro carbonilo y hierro electrolítico) así como el sulfato ferroso, son los más comúnmente recomendados como aditivos para harina de trigo (9,10).

El sulfato ferroso es uno de los más baratos y su biodisponibilidad es adecuada, pero su reactividad química es alta lo cual limita su uso. Por ejemplo, esta sal ferroso es apropiada si la harina va a ser consumida dentro de pocas semanas. Si el almacenamiento se prolonga por tiempos muchos más largos ocurren interreacciones químicas que pueden resultar en rancidez.

Las formas de hierro reducido en polvo son químicamente inertes y son solubles solamente a pH ácido. Son además relativamente baratas. Su absorción intestinal es mayor cuanto menos es su tamaño de partícula, o sea cuanto más extensa su área superficial por unidad de peso. Por las razones señaladas, las preparaciones finamente pulverizadas son las preferidas para agregar a harinas que van a ser almacenadas por períodos largos de tiempo (9,10).

Los científicos en las áreas de nutrición y alimentos continúan las investigaciones para identificar compuestos aún mejores para nutrición con hierro. Como ejemplo puede citarse el trabajo de Hallber et al (11) mostrando que el ortofosfato férrico amónico microcristalino da resultados aceptables en términos de biodisponibilidad y compatibilidad química.

Otros micronutrientes. Además de la riboflavina, la niacina y la tiamina, otras dos vitaminas hidrosolubles, la piridoxina y el folato, han sido propuestas y sometidas a ensayos para la nutrición de harina. Su agregado no presenta ningún problema tecnológico. Cort et al (5) demostraron desde 1976 que estas dos vitaminas incorporadas a una premezcla compleja que contenía además vitamina A, hierro, zinc, magnesio y calcio, eran estables como nutricos en harina de trigo, pan y harina de maíz. Su inclusión en las premezclas en uso actual no ha sido adoptada oficialmente ni aún en los Estados Unidos, quizás porque sus deficiencias no parecen representar un problema nutricional de consideración, excepto posiblemente el folato en mujeres embarazadas en algunas áreas subdesarrolladas.

El calcio, el zinc y el magnesio son ingredientes de la fórmula de premezcla Tipo 10 (National Research Council, U.S., 1974). El magnesio es el único que ha mostrado efectos adversos para la calidad del pan pero, recientemente, el magnesio elemental finamente pulverizado está dando resultados prometedores en ensayos preliminares (12). Los com-

puestos de calcio que son adecuados incluyen el sulfato, el carbonato y el óxido (13). Tampoco se han demostrado problemas con compuestos de zinc tales como el sulfato, el cloruro, el óxido, y el estearato (14). No existe evidencia inequívoca de que las deficiencias de estos minerales constituyan un problema generalizado importante de salud pública nutricional. Su incorporación en las premezclas se recomendaría sin embargo, en caso de obtenerse a través de encuestas nutricionales, información convincente que lo justifique.

### Ensayos en gran escala para la nutrifación de harina de Jordania (15).

**Jordania (15).**

En 1966 se iniciaron en este país, con la asesoría técnica de la Oficina de Investigación Internacional de los Institutos Nacionales de Salud de los Estados Unidos, ensayos para la nutrifación de harina de trigo con vitamina A, riboflavina, tiamina, niacina y hierro. La inclusión de esta experiencia en el presente documento pareció justificada en vista de que ilustra los importantes pasos tomados en la planificación del programa.

La producción de harina de trigo, así como su consumo por la población de Jordania fueron documentados en primer término. Con base en una producción anual de trigo de 335.000 toneladas y asumiendo 80% de extracción, se calculó que el consumo de harina de trigo era 268.000 toneladas de las cuales alrededor de 76.000 eran importadas. El primer alimentador mecánico de premezcla fue instalado en uno de los grandes molinos, en el cual se llevaron a cabo estudios de factibilidad iniciales. Las instalaciones operaron eficientemente y la harina nutrifada fue examinada para comprobar su homogeneidad de mezcla y analizada para determinar su contenido de las vitaminas agregadas. En vista de que por ese entonces era ya evidente que las vitaminas hidrosolubles no presentaban ningún problema, los análisis se concentraron en vitamina A, especialmente su estabilidad durante el almacenamiento y durante el proceso de horneado para la preparación de pan tipo arábico. Los resultados fueron altamente aceptables, siendo las pérdidas durante el horneado de tan solo el 2%.

Con base en estos resultados halagadores se programó la instalación de equipos alimentadores de premezcla en los otros nueve molinos grandes del país y se propuso un diseño de estudios clínicos para determinar el impacto nutricional de la intervención. De acuerdo con el plan original se esperaba que el siguiente paso hubiera sido la promulgación de legislación para la regulación del nuevo programa de acuerdo con lo recomendado por el Comité Técnico Ejecutivo, cuerpo consultor del «Higher Nutritional Council» de Jordania.

Desafortunadamente, tal como fue informado por Brooke (16) el estallido de hostilidades en el país en junio de 1968 no permitió la completa realización del programa. Los estudios descritos demostraron, sin embargo, que el nivel de vitamina A disminuyó insignificamente durante el almacenamiento y que la destrucción de la vitamina por efecto del proceso de horneado para la preparación de pan tipo arábico era también mínima.

**India (16).** Experiencias similares fueron descritas en la India en 1966. Estudios de factibilidad fueron llevados a cabo en una gran industria de panificación del gobierno en Bombay. Como es el caso de Jordania, la premezcla contenía hierro, riboflavina, niacina, tiamina y vitamina A (250 SD), esta última al nivel de potencia de 8000 UI por kilogramo de harina. Factores de orden administrativo obstaculizaron la extensión del programa a nivel nacional.

### REFERENCIAS

1. Arroyave, G.J. R. Aguilar, M. Flores and M.A. Guzman. «Evaluation of sugar fortification with Vitamin A at the National Level». Panamerican Health Organization Scientific Publication Nº 384. Washington, D.C.: PAHO, 1979.
2. Bauernfeind, J.C. and G. Arroyave. «Control of Vitamin A deficiency by the nutrifaction of food approach». Vitamin a deficiency and its control. Ed. J.C. Bauernfeind. Orlando, FL: 1986. 359-88.
3. National Research Council, National Academy of Sciences «Proposed Fortification Policy for Cereal Grain Products». NRC Report. Washington, D.C.: NAS, 1974.
4. Vetter, J.L. «Final Report. Inter-Industry Committee». American Institute of Baking New York: 1979.
5. Cort, W.H.B. Borenstein, J.N. Harley, M. Osadca and J. Scheiner. Nutrient stability of fortified cereal products. Food Technol. 30 52-60. 1976.
6. Rubin, S.H., A. Ermodi and L. Scialpi. Micronutrient Additions to Cereal Products. Cereal Products. Cereal Chem. 50: 895-904. 1977.
7. Liu, L.I. and D.B. Parrish. Biopotency of Vitamin a in fortified flour and accelerated storage. J. Agr. Food. Chem, 27: 1134-36. 1979.
8. Parrish, D.B., L. Herod, J.G. Ponte, P.A. Seib, C.C. Tsen and K.A. Adams. Recovery of Vitamin A in Processed foods made from fortified flours. J. Food Sci. 45:1438-39. 1980.
9. INAGG. «Guidelines for the Erradication of Iron Deficiency Anemia» A report of the Nutritional Anemia Consultative Group. New York: The Nutrition Foundation, 1977.
10. Bauernfeind, J.C. and E. Deritter. «Foods Considered for Nutrient Addition: Cereal Grain Products». Nutrient Additions to Food. Ed. J.C. Bauernfeind and P.A. Lachance. Trumbull, CT: Food and Nutrition Press, Inc., 143-209. 1991.
11. Hallberg, L., L. Rossander-Hulthen and E. Gramathkovski. Iron fortification of flour with a complex ferric orthophosphate. Am. J. Clin. Nutr. 50 : 129-35. 1989.
12. Ranhotra, G.S. and G.L. Winteringer. Use of Magnesium Powder in Fortified Bread. Cereal Chem. 58 : 446-47. 1982.
13. Ranhotra, G.S., C. Lee and J.A. Gelroth. Expanded Cereal Fortification: Bioavailability and Functionality (Bread Making) of Various Calcium Sources. Nutr. Rep. Int. 22: 469-75. 1980.
14. Ranhotra, G.S., R.J. Loewe and L., V. Puyat. Bioavailability and functionality of zinc in various organic and inorganic sources. Cereal Chem. 54: 496-99. 1977.
15. Brooke, C.L. «Fortification of wheat flour in Jordan with Vitamin A. Thiamine, Riboflavin, Niacin and Iron». Centennial Proceedings, Univ. of Beirut, 1968.
16. Brooke, C.L. «Fortification of Food Products with Vitamin A with Special Reference to Fortification of Cereals and Cereal Grain Products in India». Proceedings of the Western Hemisphere Nutrition Congress, San Juan, Puerto Rico. Am. Med. Assoc. Chicago, Illinois, 1968.

Recibido: 25-08-93

Aceptado: 07-01-94