

## La fortificación de alimentos: una estrategia nutricional indispensable.

Nevin S. Scrimshaw<sup>1</sup>

**Resumen:** Las deficiencias de micronutrientes son responsables de los daños funcionales serios en más de un tercio de la población del mundo. Entre éstos se encuentran, retraso en el desarrollo mental, disminución de la capacidad para el trabajo físico y mayor susceptibilidad a las infecciones. La fortificación de alimentos básicos que consume la mayoría de la población, es la manera más eficaz para corregir las deficiencias de nutrientes esenciales, debido a su cobertura, biodisponibilidad y bajo costo. Sin embargo, la factibilidad de esta medida depende en la identificación de un alimento que consuma toda la población en una cantidad similar cada día. Las harinas de cereales y sus productos son los más convenientes para la fortificación con las vitaminas hidrosolubles y los minerales. Para las vitaminas liposolubles, los aceites comestibles son los más apropiados. El azúcar y condimentos son otros vehículos utilizados. También hay avances en biofortificación utilizando biotecnología para mejorar el contenido de micronutrientes en cereales y otras plantas de consumo común. *An Venez Nutr 2005; 18(1): 67-72.*

**Palabras clave:** alimentos fortificados, hierro, zinc, ácido fólico, vitamina-B, vitamina A, bio fortificación.

### Food fortification: an indispensable nutritional strategy

**Abstract:** Micronutrient deficiencies are responsible for severe functional damage in over one third of the world population. Among these are mental development retardation, a diminished working capacity and a greater susceptibility to infections. Fortification of the basic foods that most part of the population consumes, is the most efficient strategy for correcting deficiencies of essential nutrients due to the coverage, the availability and low cost. Nevertheless, the feasibility of this measure depends on the identification of a particular food that is consumed by all the population in a similar amount every day. Flours derived from cereals and its products are the most convenient for fortification with water-soluble vitamins and minerals. For fat-soluble vitamins, eatable oils are the most appropriate. Other vehicles used are sugar and spices. Also, there are advances in biofortification using biotechnology for improving micronutrient contents in cereals and other foods of daily consumption. *An Venez Nutr 2005; 18(1): 67-72.*

**Keywords:** food fortification, micronutrients, iron, zinc, folic acid, vitamin B, vitamin A, biofortification.

### Introducción

La fortificación de alimentos básicos que consume la mayoría de la población, es la manera más eficaz para corregir las deficiencias de nutrientes esenciales en una población, debido a su cobertura, biodisponibilidad y bajo costo. Además la fortificación es socialmente aceptable y no requiere cambios en las prácticas dietéticas. Esta presentación resumen brevemente, experiencias con la fortificación de alimentos comunes con nutrientes específicos incluyendo adelantes en biofortificación. Fortificación de alimentos es especialmente importante para los refugiados de desastres naturales y conflictos civiles (1). Se discuten algunas consideraciones prácticas sobre la implementación de programas de fortificación.

### La fortificación de la sal para la prevención de la deficiencia de yodo

La fortificación de la sal para consumo humano con yoduro de potasio fue introducida en los Estados Unidos en los años 1920 y aún antes, en Suiza. Debido a que en las zonas montañosas y áreas con lluvias fuertes, el contenido de yodo en los alimentos es bajo y el bocio endémico, en esas zonas, era un problema de salud pública en casi todos los países de América Latina. Después de la inauguración del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP) en 1949, se hicieron encuestas de bocio endémico en Guatemala y luego en los otros países de Centro América, que revelaron un problema grave de salud pública en la región. Un meta análisis de 18 estudios en diferentes partes del mundo, encontró una disminución de casi 15 puntos en el promedio del coeficiente intelectual (IQ) en poblaciones deficientes de yodo (2). Los efectos de la deficiencia de yodo sobre el desarrollo del cerebro fetal,

---

<sup>1</sup>Fundación Internacional de Nutrición, Boston MA, USA y Universidad de las Naciones Unidas, Tokio, Japón.

no pueden ser corregidos por la administración de yodo después del nacimiento.

En poblaciones cuyos ambientes y dietas son deficientes en yodo, la sal común es el vehículo óptimo para la fortificación. La sal fortificada con yodo es barata y totalmente efectiva para eliminar la deficiencia y sus consecuencias en una población. Un programa piloto en el Estado de Caldas, Colombia en 1950, fue la primera demostración en América Latina de la eficacia de la fortificación de la sal con yodo. Sin embargo, el fortificante usado en este estudio, como también en los EE. UU de América y Europa, yoduro de potasio, no se podía usar en América Latina, en donde la mayoría de la sal para consumo humano, se vendía en forma cruda y sin protección contra la humedad. El yoduro de potasio desaparece rápidamente si la sal no es refinada, secada, estabilizada y distribuida en empaques impermeables.

El Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP) demostró en 1953, que el insoluble, yodato de potasio, era una fuente de yodo biodisponible como yoduro de potasio (3). Se comenzó a usar en 1956, para fortificar sal cruda y humana en Guatemala, con esta nueva fórmula el bocio endémico disminuyó de 38 a 4% en pocos años (4). (Figura 1) Esta medida fue adoptada por los otros países miembros de Centro América y más recientemente, en la mayoría de los países de América del Sur. Ahora, con el apoyo de la OMS, UNICEF, Fundación Gates, Kiwanis Internacional y otros, las poblaciones de un gran número de países están protegidos por los programas de sal yodada.

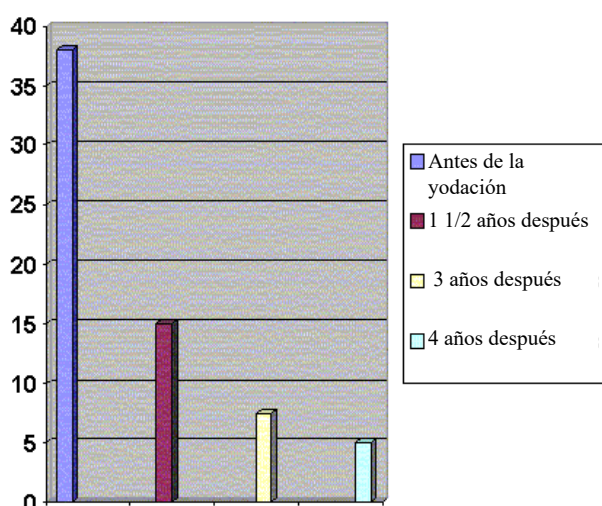


Figura 1. Porcentaje de prevalencia de bocio endémico en Guatemala en encuestas antes y después de la yodación obligatoria de la sal para consumo humano (2)

### La fortificación de las harinas de cereales con micronutrientes

La fortificación de las harinas de cereales tiene su origen en los esfuerzos de controlar la prevaencia de beri-beri, ariboflavinosis y pelagra en el sur de los Estados Unidos durante la gran depresión económica de 1930 (5). Estas deficiencias persistían al nivel subclínico aun en los países desarrollados (6). Un error común en el pasado fue el uso de compuestos de hierro no bien utilizados; es importante seleccionar hierro biodisponible (7-9).

Cuando llegué a Guatemala en 1949, la fortificación de harina de trigo con tiamina, riboflavina, niacina, hierro y calcio había sido adoptada por los EE UU de América, Canadá y Puerto Rico. Las encuestas nutricionales del INCAP, demostraron el estado marginal en vitaminas del complejo B y minerales en las poblaciones de la región (10).

Por esta razón el INCAP persuadió a sus países miembros de promulgar leyes obligando la fortificación universal de la harina de trigo durante la década de los 60 y, tal como en los EE UU de América, esta medida no aumentó el costo al consumidor. Se establecieron laboratorios nacionales de control y poco a poco, estas leyes se aplicaron. Una vez que los Ministerios de Salud Pública y los molineros se convencieron, la fortificación fue aceptada con mucho aprecio por el público. Cincuenta años después de la fortificación de la harina de trigo con vitaminas del complejo B y hierro en Centro América, hay una fuerte iniciativa internacional para asegurar la fortificación de cereales en todos los países del mundo. Al menos 22 países en América Latina están actualmente fortificando la harina de trigo con vitamina B y hierro (10).

En el Batán, las Filipinas en 1947-49, la fortificación de arroz con tiamina eliminó el problema del beri-beri en la población afectada (11). La harina comercial para preparar la masa de maíz, es fortificada en Guatemala y Méjico, así como también, los alimentos complementarios para niños como por ejemplo, la Incaparina en Guatemala y el Balahar en la India. Es especialmente importante fortificar alimentos para refugiados con los micronutrientes esenciales (11, 12).

### La fortificación de condimentos

Recientemente, investigadores en China, Tailandia y Vietnam han demostrado la efectividad de los condimentos como "salsa de pescado" (13) y "salsa de soya" fortificados con hierro (14). Para estos, un quilato de hierro, NaFeEDTA, fue la forma de hierro más

apropiada para la fortificación de líquidos. No afecta las características organolépticas ni la vida del producto durante el almacenamiento (15). Considerando la mayor disponibilidad de su hierro, su precio es aceptable y su seguridad para consumo humano fue confirmada por el Codex Alimentario de FAO/OMS y también en la lista de alimentos generalmente considerados como seguro (lista GRAS) de la Administración de Drogas y Alimentos (FDA) de los EE. UU de América. Aún cuando el sulfato ferroso es muy bueno para la fortificación de las harinas para elaborar pan y otros productos, el NaFeEDTA es mejor elección, cuando el producto no se consume en seis meses.

### **Fortificación para corregir la deficiencia de hierro en niños menores de dos años**

Desafortunadamente, la fortificación de alimentos básicos y/o condimentos no es una solución, para el grupo crítico de niños menores de dos años que no consumen estos alimentos. Es especialmente importante encontrar métodos para proveer hierro biodisponible en alimentos complementarios, cuando la leche materna no puede llenar todos los requerimientos a esta edad más vulnerable. Por muchos años, todos los alimentos artificiales, secos o líquidos para este grupo de niños, han sido fortificados con hierro (16). Sin embargo, los niños con lactancia materna exclusiva como lo recomienda la OMS y UNICEF, necesitan otra fuente de hierro, por lo menos a los seis meses de edad. Si su peso al nacer fue bajo o su madre fue anémica durante el embarazo, necesita hierro aún más temprano.

Los niños de poblaciones más o menos acomodadas, generalmente consumen cereales fortificados con hierro comenzando entre los cuatro y seis meses. Sin embargo, las madres pobres en países en desarrollo no tiene acceso a cereales comerciales fortificados o les falta dinero para comprarlos. Estudios en algunos países de Asia y África, han demostrado la factibilidad de la "fortificación en casa". Estos varían desde paquetes de micronutrientes micro encapsulados para añadir a cualquier alimento complementario, hasta tabletas que se pueden triturar.

### **La fortificación de harinas de cereales con ácido fólico**

Más recientemente en los Estados Unidos en el 2000 y en Chile en el 2002, la adición de ácido fólico en el enriquecimiento de la harina de trigo incrementó

los niveles sanguíneos de esta vitamina y provocó un descenso en los defectos congénitos del sistema nervioso (17,18). La deficiencia de ácido fólico es también un factor de riesgo de enfermedades cardiovasculares. Actualmente, el ácido fólico se incluye en la mezcla para la fortificación de harina de trigo en más de treinta países (19).

### **La fortificación de alimentos con calcio**

El calcio es usualmente incorporado en la mezcla de nutrientes en la fortificación de harinas de cereales y sus productos. Como fortificante en el jugo de naranja comercial, su biodisponibilidad es excelente.

### **La fortificación adicional de harinas de cereales con vitamina B12**

La fortificación de la harina de trigo con ácido fólico fue demorada por muchos años debido al temor que su incorporación en la mezcla para la fortificación de harinas cereales puede corregir la anemia debido a deficiencia de vitamina B12 sin prevenir los daños al sistema nervioso. Por esta razón el nivel de enriquecimiento finalmente seleccionado por la Administración de Alimentos y Drogas de los EE UU fue menos que óptimo (20). Aunque la reducción de los defectos del tubo neural fue muy imprecisa (19) los resultados en Canadá y Chile (21) con el uso de un nivel más alto de fortificación de la harina con ácido fólico, los resultados fueron aún mejor. La solución es muy sencilla, agregar ambos ácido fólico al nivel óptimo y vitamina B12 suficiente para prevenir la anemia perniciosa. Espero que esta política vaya a ser adoptada en el futuro.

### **La fortificación adicional de harinas de cereales con zinc**

Estudios sobre los efectos de un suplemento de zinc en poblaciones pobres, frecuentemente encuentran un retraso en el crecimiento de los niños, niveles reducidos de zinc sanguíneo y respuestas a la suplementación con zinc. Por esta razón, se asume que las deficiencias de zinc son comunes en las poblaciones de los países en desarrollo (22). Desafortunadamente, los métodos para determinar su prevalencia en poblaciones no son muy confiables. Sin embargo, el costo de la adición de zinc a la premezcla para la fortificación es casi nada y los beneficios muy probables (23). Por estas razones, esta medida es recomendada y adaptada por más y

más países (24). Si la proporción de hierro y zinc es aproximadamente 1:1, uno no interfiere con la absorción del otro.

### **Fortificación de alimentos con vitaminas liposolubles vitaminas A y D**

En países con periodos del año con poco sol la fortificación con vitamina D es esencial para prevenir raquitismo en los niños y osteoporosis en los adultos (25). Ahora la mayoría de las leches y margarinas están fortificadas con vitaminas A y D. Sin embargo, para los niños preescolares los suplementos de Vitamina A es el método auspiciado por UNICEF y otras organizaciones internacionales.

En 1993, Beatón et al. (26) publicaron un “meta-análisis” de ocho estudios en Asia y África de niños preescolares recibiendo suplementos de vitamina A. Llegaron a la conclusión que la administración de vitamina A redujo la mortalidad de niños preescolares en aproximadamente 23% y en dos de los estudios, la cifra fue de casi 50%. Los programas de suplementación masiva con vitamina A cada cuatro a seis meses, son efectivos, pero no sostenibles sin apoyo financiero del exterior.

En teoría, una mejoría en la dieta puede ser la solución por el valor biológico de los carotenos disponibles en los vegetales y frutas que puede consumir la población pobre. Tal mejoría es muy difícil por muchas razones.

Para resolver este dilema, Guillermo Arroyave del INCAP en 1970 utilizó su experiencia con la fortificación de la sal, para introducir con gran éxito en escala nacional en Guatemala y Costa Rica, la fortificación del azúcar con la vitamina (27). El resultado fue la eliminación de las concentraciones deficientes de vitamina A en la población, tal como lo indicó el aumento hasta niveles normales de vitamina A en sangre después de un año de la fortificación. Ahora otros países en Centro América y algunos en América del Sur y África están utilizando este método.

En las Filipinas, Solon ha demostrado la eficacia de panes (28) y margarinas (29) fortificadas con vitamina A para niños escolares. También ha explorado la fortificación de MSG (ácido glutámico monosódico). En Brasil (30) han explorado la fortificación de los alimentos con Vitamina A. En India aceite y también las mezclas de maíz y soya han sido fortificadas con vitamina A (31).

### **Fortificación de alimentos proteicos con aminoácidos esenciales**

Es bien conocido que el valor biológico de las proteínas de cereales es reducido en comparación con proteínas de origen animal debido a una deficiencia de lisina (32). En poblaciones con recursos muy limitadas es necesario complementar sus dietas con proteína animal o una leguminosa que tienen suficiente lisina. Muchos estudios han demostrado la eficacia de mejorar las mezclas vegetales para la alimentación de niños y la fortificación de un cereal como la única fuente de proteína en pruebas de balance de nitrógeno. Sin embargo, no hubo demostraciones del valor de fortificación de cereales con lisina aún en poblaciones con un alto porcentaje de su proteína de un cereal según dos publicaciones recientes. Estudios similares en poblaciones en Peshwar, Pakistan (33) una Provincia de Hunan en China (34), encontraron un aumento en prealbúmina, transferina, complemento C3 y las células T CD4 y CD8 y también aumentó el crecimiento de los niños (33). En poblaciones que obtengan, la mayoría de sus proteínas de un cereal, están indicados los métodos para aumentar la lisina en la dieta, entre ellos, la fortificación con lisina sintética debe ser considerada (35).

### **Evaluación de la efectividad de los programas de fortificación de alimentos**

Muchos países han introducido la sal yodada tal como se señaló en los ejemplos mencionados, el bocio endémico desapareció y el nivel intelectual en los niños más afectados aumentó. La efectividad de la adición de ácido fólico a la harina de trigo en Canadá, los EE. UU de América y Asia Central, también fue confirmada en escala nacional. Los resultados de la fortificación de azúcar con vitamina A, también se ha demostrado en muchos países. Sin embargo, la fortificación de cereales con otras vitaminas B y minerales, es más difícil de evaluar por los múltiples factores dietéticos y económicos involucrados. La mejor evaluación del impacto de la fortificación con hierro se llevó a cabo en Venezuela (36). Las harinas de trigo y de maíz, fueron fortificadas con vitaminas B, vitamina A y hierro en 1992. En Caracas el nivel de anemia cayó desde 19 a 9% y la deficiencia de hierro por el nivel de ferritina, desde 37% a 16%. Sin embargo, con el deterioro económico la prevalencia de anemia ha subido otra vez, aún cuando, los niveles de ferritina siguen normales, indicando que otros factores nutricionales pueden ser responsables.

### Biofortificación

El éxito de la fortificación de alimentos con micronutrientes sintéticos ha estimulado los institutos de investigaciones agrícolas del Grupo Consultivo para la Investigación Agrícola Internacional (CGIAR) y algunos nacionales de tratar de aumentar el contenido de nutrientes específicas en algunos alimentos de consumo humano. Por ejemplo, el Instituto Internacional para Investigaciones sobre Arroz (IRRI) en Los Baños, las Filipinas ha desarrollado una cepa de arroz con más hierro disponible que las cepas de uso común El Instituto para Agricultura Tropical (ITA) en Ibadan, Nigeria ha producido camotes con un contenido mayor de caroteno beta, un precursor de la vitamina A. Recientemente, "Arroz Dorado" ha recibido atención. El endospermo del arroz no tiene caroteno, pero con la introducción de un gen de la planta *Erwinia phytoene* es posible producir arroz con 1.6 microgramos por grama. Un proyecto en África Oriental ha producido bananas más ricas en B (GREEK) caroteno y hierro con la inserción del mismo gene usado en la producción de arroz dorado.

### Conclusiones

Las deficiencias de micronutrientes afectan por lo menos a dos tercios de la población del mundo, con una variedad de consecuencias adversas para el individuo, la sociedad y, además, entorpecen el desarrollo de los países. Aunque, el problema es en gran parte el resultado de dietas inadecuadas, en las poblaciones pobres es difícil corregir las deficiencias sólo con mejoras en las dietas. En la deficiencia de yodo es imposible, porque los alimentos en una región bociógena son también deficiente en yodo. En este caso, la yodación de la sal ofrece una solución permanente sin modificación de la dieta. Para otros micronutrientes, la fortificación universal de alimentos apropiados, puede por lo menos, disminuir la severidad de las deficiencias de nutrientes específicos. Cada gobierno en cooperación con la industria de alimentos, tiene la responsabilidad de implementar un plan nacional en forma permanente, de fortificación de alimentos apropiado con los micronutrientes pertinentes.

### Referencias

1. Stanbury JB. The Damaged Brain of Iodine Deficiency Cognizant Communication Corp. New York 1994.
2. Scrimshaw NS, Cabezas A, Castillo F and Mendez J, Castillo F. The Effect of the Administration of Potassium Iodate on Endemic Goiter and Protein Bound Iodine Levels in School Children. 1953; Lancet 2:166-168.

3. Beaton GH. Food Fortification. In Nutrition in Preventive Medicine, GH Beaton & JM Bengoa Ed. WHO, Geneva 1997
4. Stekel A, Olivares M, Pizarro F, Chadud P, Lopez I, Amar M. Absorption of Fortification Iron from Milk Formulas in Infants. Am J Clin Nutr 1986; 43: 917-922.
5. Miller DF. Cereal Enrichment/Pellagra-USA in Perspective: Presentation at Annual Meet. Amer. Assoc. Cereal Chem. Food Prod Dev 1977; 12: 29-34.
6. Anderson SH, Vickery CA, Nicol AD. Adult Thiamine Requirements and the Continuing Need to Fortify Processed Cereals. Lancet 1986; 12: 85-90.
7. Lynch S. Food Iron Absorption and Its Importance for the Design of Food Fortification Strategies. Nutr Rev 2002; 60: S3-S6.
8. Dary O. Staple Food Fortification with Iron: A Multifactorial Decision. Nutr Rev 2002; 60: S34-S41.
9. Hertrampf E, Reddy MJ. Iron Fortification of Foods: Overcoming Technical and Practical Barriers. Uauy, R., Nutr 2002; 132: S849-S852.
10. Scrimshaw NS, Behar M, Perez C, Viteri F. Nutritional Problems of Central America and Panama. Pediatrics 1955; 15:378-397.
11. Harrell-Bond BE, Henry CJK, Wilson K. Fortification of Foods for Refugees. Lancet 1989; 1392 SCN News 4, 29-30.
12. Beaton GH. Fortification of Foods for Refugee Feeding. Final Report to Canadian International Development Agency (CIDA). 1995 Ottawa, Canada.
13. Thuy PV, Berger J, Davidson L, Khan NC, Lam NT, Cook JD, Hurrell RF, Khoi HH. Regular Consumption of NaFeEDTA-fortified Fish Sauce Improves Iron Status and Reduces the Prevalence of Anemia in Anemic Vietnamese Women. Am J Clin Nutr 2003; 78:284-290.
14. Chen J, Zao X, Zhang X, YINS, Piao J, Huo B, Yu B, Qu, Lu Q, Wang S, Chen C. Studies on the effectiveness of NaFeEDTA fortified soy sauce in controlling iron deficiency. A population based intervention trial. Food Nutr Bull 2005; 26:177-186.
15. Iron Compounds for Food Fortification: Guidelines for Latin America and the Caribbean 2002. ILSI. Nutr Rev 2002; 60 Supplement 1: 50-61.
16. Stekel A, Olivares M, Pizarro F, Chadud P, Lopez I, Amar M. Absorption of Fortification Iron from Milk Formulas in Infants. Am J Clin Nutr 1986; 43: 917-922.
17. Martínez ABO, Berrueto GR, Cava JB, Gracia CM, Caston JP. Estimación de la Ingesta y Necesidades de Enriquecimiento de Folatos y Ácido Fólico en Alimentos. Arch Latinoamer Nutr 2005; 55:5-14
18. Honein MA, Paulozzi LJ, Mathews TJ, Erickson JD, Wong LY. Impact of folic acid fortification of the US food supply on the occurrence of neural tube defects. JAMA 2001; 285: 2981-2986.
19. Pfeiffer CM, Caudill SP, Gunter EW, Osterloh J, Sampson EJ. Biochemical indicators of B vitamin status in the US population after folic acid fortification: Results from the National Health and Nutrition Examination Survey 1999-2000.

20. Dietrich M, Brown CJ, Block G. The effect of folate fortification of cereal-grain products on blood folate status, dietary folate intake, and dietary folate sources among adult non-supplement users in the United States. *J Am Coll Nutr* 2005; 24:266-74.
21. Estudio INTA. Harina enriquecida con ácido fólico. *Nutrición XXI* 2003;9:20-2.
22. Holtz C, Brown KH, Ed. Assessment of the risk of zinc Deficiency in populations and options for its control. *Food Nutr Bull* 2005; 23:S130-156
23. Holtz C, Brown KH, Ed. Assessment of the risk of zinc Deficiency in populations and options for its control. *Food Nutr Bull* 2005; 23:S167-S203
24. Salgueiro MJ, Zubillaga M, Lysionek A, Caro R, Weill R Boccio J. Fortification strategies to combat zinc and iron deficiency. *Nutr Rev* 2002; 60: 52-58.
25. Milot R, Effect of the fortification of foods with vitamin D on the Health of populations of 19 countries. *Canadian Nutr Diet* 1986; 2:295-299,
25. Beaton GH. Effectiveness of vitamin A supplementation in the control of young child morbidity and mortality in developing countries. United Nations Administrative Committee on Coordination/Subcommittee on Nutrition. New York 1993. Nutrition Policy Discussion Paper No. 13.
26. Arroyave G, Aguilar JR, Flores M, Guzman MA. Evaluation of sugar fortification with vitamin A at the national level. PAHO/WHO Scientific Pub. #384 Washington, DC 1979.
27. Solon FS, Klenum RDW, Sanchez L, Darton-Hill I, Craft NE, Christian P, West KP. Efficacy of a vitamin A-fortified wheat-flour bun on the vitamin A Status of Filipino Schoolchildren. *Am J Clin Nutr* 2000; 72: 738-744
28. Solon FS, Latham C, Guirriec R, Florentino R, Williamson DF, Aguilar J. Fortification of MSG with vitamin A: The Philippine experience. *Food Technol* 1985;38: 71-77
29. Favaro RMD, Dutra de Oliveira JE. Enrichment of the diet with synthetic and natural sources of provitamin A. *Arch Lat Nutr* 1999 49: (1-S) S34-S37
30. Atwood SJ, Sanghvi T, Sharma V, Carolan N. Stability of vitamin A in fortified vegetable oil and corn-soy blend used in child-feeding programs in India. *J Food Comp & Anal* 1995, 8: (1) 32-44
31. Pellet PL, Young VR. Plant proteins in relation to human protein and amino acid nutrition. *Am J Clin Nutr* 1994; 59: S1203-S1212
32. Hussain T, Abbas S, Khan MA, Scrimshaw NS. Lysine fortification of wheat flour improves selected indices of the nutritional status of predominantly cereal-eating families in Pakistan. *FNB* 2004; 25: 114-122
33. Zhao W, Zhai F, Zhang D, An Y, Liu Y, He Y, Ge K, Scrimshaw NS. Lysine-fortified wheat flour improves the nutritional and immunological status of wheat-eating families in Northern China. *FNB* 2004; 25: 123-129
34. Pellet PL, Ghosh S, Lysine Fortification: Past, present and future. *FNB* 25: 107-113
35. Layrisse M, Chávez JF, Méndez-Castellano H, Bosch V, Tropper E, Bastardo B, González E. Early response to the effect of iron fortification in the Venezuelan Population. *Am J Clin Nutr* 1996; 64: 903-907.