

**Efecto de la preparación de una premezcla de
harina de soya y maíz (CSB) en la
disponibilidad de hierro y vitamina A en la
Escuela Francisco Morazán, El Jicarito,
Honduras**

Pablo César Torres Aguilar

Zamorano, Honduras

Diciembre, 2009

ZAMORANO
CARRERA DE AGROINDUSTRIA ALIMENTARIA

**Efecto de la preparación de una premezcla de
harina de soya y maíz (CSB) en la
disponibilidad de hierro y vitamina A en la
Escuela Francisco Morazán, El Jicarito,
Honduras**

Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingeniero en Agroindustria Alimentaria en el
Grado Académico de Licenciatura

Presentado por

Pablo César Torres Aguilar

Zamorano, Honduras

Diciembre; 2009

RESUMEN

Torres, P. C. 2009. Efecto de la preparación de una premezcla de harina de soya y maíz (CSB) en la disponibilidad de hierro y vitamina A en la Escuela Francisco Morazán, El Jicarito, Honduras. 41 p.

El Programa de Alimentación Escolar entrega maíz, arroz, aceite, frijoles y una premezcla de harina de maíz-soya (corn soy blend, CSB) al 90% de las escuelas a nivel nacional. El CSB es el alimento más importante debido a su alto contenido de vitaminas y minerales. Las prácticas usadas para preparar los alimentos: altas temperaturas y tiempos prolongados de exposición, provocan la pérdida de vitaminas presentes en el CSB. El alimento posee alta cantidad de fitatos que pueden inhibir la absorción de hierro. El objetivo de este estudio fue determinar el aporte de hierro y vitamina A brindado por el CSB a la escuela mixta Francisco Morazán de la comunidad "El Jicarito". Se muestrearon tres puntos de la cadena de distribución, para determinar la cantidad de vitamina A, hierro y fitatos antes y después de la cocción. Las concentraciones de hierro en el alimento fueron tan altas como 6.08 y 4.89 mg Fe/porciones totales de alimento. La cantidad remanente de fitatos después de la cocción disminuyó la biodisponibilidad en un 80%. La biodisponibilidad final del hierro debido al efecto de fitatos fue tan baja como 3% y tan alta como 12% de los requerimientos diarios para el grupo escolar. La degradación de vitamina A en el alimento final fue entre 50 y 80 % del total. Las concentraciones fueron tan altas como 120.09 y tan bajas como 26.77 μg retinol/porciones totales de alimento. Las prácticas de consumo y preparación actuales no permiten que estos micronutrientes en CSB puedan ser utilizados efectivamente.

Palabras clave: programa de alimentación, temperatura de cocción, tiempo de preparación.

CONTENIDO

Portadilla.....	i
Página de firmas.....	ii
Resumen.....	iii
Contenido.....	iv
Índice de cuadros, figuras y anexos.....	v
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	6
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	12
4. RESULTADOS.....	17
5. DISCUSIÓN.....	22
6. CONCLUSIONES.....	26
7. RECOMENDACIONES.....	28
8. LITERATURA CITADA.....	29
9. ANEXOS.....	32

ÍNDICE DE CUADROS, FIGURAS Y ANEXOS

Cuadro

1. Composición del CSB.....	1
2. Ingesta adecuada de vitamina A y hierro para niños en edad escolar.....	8
3. Cantidad y aporte de micronutrientes por parte del CSB proveídos en el Programa de Escuelas Saludables.....	11
4. Concentraciones de Fe antes de la cocción.....	17
5. Cantidad de Fe proveniente del CSB en el alimento final.....	18
6. Aporte teórico de Fe (IDR cubierto).....	18
7. Efecto inhibitor de los fitatos sobre la biodisponibilidad de Fe.....	18
8. Porcentaje de degradación de fitatos después de la cocción.....	19
9. Cantidad de retinol proveniente del CSB en el alimento final.....	20
10. Aporte teórico de retinol (IDR cubierto).....	20
11. Porciones de alimento entregadas a los niños por día.....	22
12. Aporte final de hierro y vitamina A por parte del CSB en las Porciones atol entregado a los niños por día.....	24

Figura

1. Tendencia del indicador subnutrición para Honduras.....	2
2. Estructura química del β -Caroteno y Retinol.....	6
3. Estructura de la hemoglobina.....	9
4. Estructura del ácido Fítico.....	10
5. Modelo de toma de muestras.....	13
6. Concentraciones de retinol en μg por cada g de CSB en diferentes puntos.....	24

Anexo

1. IDH Honduras.....	32
2. Banco de preguntas para determinar la frecuencia de uso del CSB.....	32
3. Información nutricional del corn soy blend.....	33

1. INTRODUCCIÓN

El programa de Escuelas Saludables en colaboración con el Programa Mundial de Alimentos provee alimentación infantil a niños de escuelas públicas de cinco hasta doce años de edad a través del programa de merienda escolar. Los alimentos que se entregan a las escuelas son arroz, maíz, frijol, aceite y un suplemento de soya y maíz con una premezcla de vitaminas y minerales conocido por sus siglas en inglés como CSB. Este alimento posee un valor nutricional más elevado debido a su contenido de proteínas, vitaminas y minerales. Los alimentos se almacenan en el plantel educativo y son subministrados a las madres en turnos rotacionales para la preparación de los mismos.

El corn soy blend (CSB) es un alimento distribuido por Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA) para programas de salud materno-infantil y como fuente primaria de alimento en caso de desastres naturales. El CSB es distribuido a varios continentes (África, Asia, Sur y Centro América) y constituye el alimento más importante para un gran número de programas alimentación en varios continentes. Este alimento posee contenido calórico elevado así como gran cantidad de vitaminas y minerales que ayudan a prevenir avitaminosis cuando las fuentes primarias son inaccesibles, demasiado caras, culturalmente inaceptables o no se encuentran disponibles (OPS//PMA/UNICEF 2007).

Cuadro 1. Composición del CSB

Ingredientes	Libras por tanda de 907- Kg	Porcentaje (%)
Maíz, procesado gelatinizado	631	69.55
Harina de torta de soya	198	21.85
Minerales	27	3
Pre-mezcla antioxidante-vitaminas	0.9	0.1
Aceite de soya	50	5.5
Total	907	100

Fuente: USDA 2005 adaptado por el autor

El CSB es un producto fortificado, generalmente preparado en tandas de 907 Kg (Cuadro 1) a las cuales se les añade premezclas de antioxidante-vitaminas y minerales.

En el caso de tandas de 2000 lb el peso de la premezcla antioxidante-vitamina es de 2 libras y contiene 21.0 millones de IU de vitamina A las cuales se distribuyen en el contenido total. La forma reportada por el USDA para fortificar vitamina A es retinol palmitato.

Según el USDA (2005), la premezcla de minerales tiene un peso de 60 libras, el componente mayoritario de esta premezcla es calcio en forma de carbonato o fosfato. El hierro de la premezcla pesa 1 lb y de las cuales 0.92 lb son fumarato de hierro de grado FCC. De igual manera que la premezcla de antioxidante-vitamina esta se distribuye uniformemente en toda la tanda. Las premezclas son añadidas por separados a diferentes tiempos para evitar reacciones entre ellas (Anexo 3).

Las deficiencias de minerales y vitaminas son un problema de salud pública global que afecta a más de dos mil millones de personas en el mundo, la mayoría de ellos pertenecen a grupos susceptibles como niños menores a 5 años y mujeres embarazadas y lactantes. Según el informe sobre desarrollo humano de las Naciones Unidas para Honduras (2006) el 67.2% de la población infantil entre 3 y 59 meses sufre de algún tipo de desnutrición, de acuerdo con el mismo informe el índice de desarrollo humano para ese año fue de 0.664. Datos de la FAO sobre el estado de la seguridad alimentaria y nutricional en Honduras (2006) señalan que 1'610'000 (23%) de la población total sufre de subnutrición. Según la Secretaria de Salud Pública de Honduras (2004) el principal problema en niños y adolescentes es anemia y baja relación talla-peso debido a la baja ingesta de alimentos.

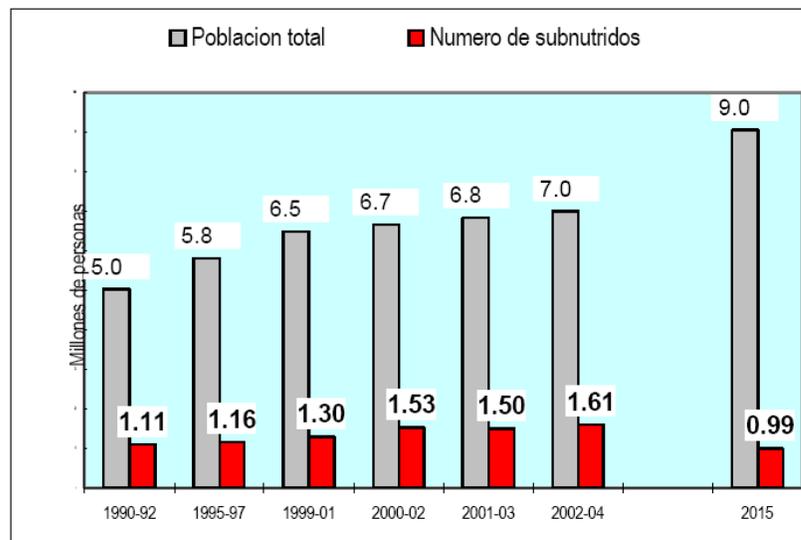


Figura 1. Tendencia del indicador subnutrición para Honduras
Fuente: FAO Honduras 2006

Según el Instituto Nacional de Estadística de Honduras la población infantil comprendida entre 5 y 18 años de edad es de 2'829,520 personas de las cuales el 51% (1'438,237) son

niños y el 49% (1'391,283) son niñas. Del total de la población comprendida en estas edades 71 % (1'999,060) estudia, 14% (410,290) trabaja y el 15% (420,170) ninguna de las anteriores. De la población infantil que labora el 73% pertenece al área rural y 27% a la urbana.

El Programa Mundial de Alimentos (PMA) es un organismo dependiente de las Naciones Unidas, cuyo objetivo principal es permitir el acceso continuo a alimentos necesarios para llevar una vida activa y saludable a todas las personas necesitadas. Actualmente trabaja en 83 países alrededor del mundo, la mayoría de ellos en África y Asia. El PMA lleva a cabo tres actividades en Honduras: programa de asistencia a grupos vulnerables, operaciones de recuperación en caso de desastre y el programa de alimentación escolar (UN 2009).

El Programa de Escuelas Saludables (PES) fue creado en 1998 en base a las iniciativas propuestas por la Organización Mundial de la Salud (OMS) y otras agencias de Naciones Unidas para la reducción de la pobreza. El objetivo del PES es generar políticas y programas que salvaguarden y mejoren la calidad de vida de estudiantes primarios a través de atención integral en las áreas de salud, nutrición y educación en trabajo conjunto con comunidades, profesores y padres de familia (PES 2009).

El PES y PMA trabajan juntos en la distribución de alimento para niños en Honduras. El PES aporta el 85% del total de los fondos para la compra de alimento mientras que el PMA aporta el 15% restante. El PMA es el organismo encargado de la compra, almacenamiento y distribución de los alimentos entregados a las escuelas (PES 2009).

Ambos Programas se propusieron aumentar la retención y rendimiento escolar a través de su programa de merienda como incentivo tanto para padres como para alumnos. Durante esta etapa de crecimiento el requerimiento de macro y micronutrientes es vital para el desarrollo fisiológico apropiado de la persona. Las deficiencias de micronutrientes, sin embargo de ser "invisibles" podrían notarse significativamente durante su vida adulta (Mataix 2002).

Matorrel (1991), señala que el bajo índice estatura-edad coadyuva el pobre desarrollo mental y la baja escolaridad. Li *et al.* (2003) indicaron que un adecuado balance nutricional durante etapas tempranas de la niñez en mujeres eleva el nivel educacional. Además la inversión dirigida a mejorar la nutrición infantil temprana no sólo disminuye la incidencia en la relación de baja estatura-edad sino que también previene consecuencias negativas a través del ciclo de vida.

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Para el 2007 la cobertura del Programa de Alimentación Escolar fue de 1'270,017 niños y niñas entre los 5 y 12 años. Dado el impacto que tiene el Programa a nivel nacional cualquier problema referente a la calidad nutricional y seguridad del alimento puede tener repercusiones y consecuencias a gran escala. Por lo tanto, el monitoreo constante y el control de la calidad de estos alimentos, especialmente de aquellos con alta densidad de

nutrientes y alto costo, es un factor crítico para la sostenibilidad de los programas de alimentación infantil (PES 2009, INEH 2007).

Un factor importante a considerar es la estabilidad de los micronutrientes dentro de los alimentos durante el almacenamiento y preparación para consumo final. El CSB es un producto de alta densidad de nutrientes que contiene aceite vegetal y micronutrientes como hierro y vitamina A. Existe la posibilidad de que los metales de transición presentes en la premezcla de micronutrientes, como el hierro, reaccionen y promuevan reacciones oxidativas con el aceite resultando en la rancidez del mismo y la degradación de vitaminas oxidables como la vitamina E y A durante su tiempo de almacenamiento, reduciendo la disponibilidad de las mismas.

La estabilidad de las vitaminas en el CSB se evalúa, la mayoría de veces, en situaciones controladas de laboratorio y/o almacenamiento, lo que resulta en las respectivas mejores prácticas de manejo que describen el USDA y USAID. Estas prácticas no se traducen en un uso similar en el campo y no incorporan prácticas de preparación para el uso final del producto. Por lo tanto, cuando se realizan los planes de distribución a los grupos meta (niños escolares entre 5 y 12 años) se asume lo siguiente: a) que el alimento se consume periódicamente, esto es que existe rotación del producto por consumo humano y b) que las prácticas usadas por las madres para preparar productos con CSB son adecuadas y no promueven la pérdida de vitaminas termosensibles o termoestables. En otras palabras, se asume que los nutrientes en el CSB no se degradan durante su almacenamiento en condiciones reales, que éste se consume por la población meta debido a su alta aceptación, y que esta población meta lo utilice preparándolo de una manera que minimice las pérdidas de nutrientes termolábiles.

Por otro lado se debe considerar también que la biodisponibilidad de metales se ve comprometida por compuestos como los fitatos, los cuales inhiben la absorción de los mismos en el tracto digestivo. Estos compuestos están presentes en la mayoría de dietas latino americanas ricas en granos básicos y de la misma manera en el CSB.

El siguiente estudio se realizó para caracterizar químicamente el CSB que se provee a las madres de familia en la aldea de El Jicarito en el valle del Yeguare antes y después de cocción. Además, se llevó a cabo un grupo de enfoque para estimar la frecuencia de uso de este producto entre las madres de familia del plantel escolar mixto Francisco Morazán de la comunidad "El Jicarito".

1.2 LÍMITES DEL ESTUDIO

El siguiente estudio se realizó en la escuela mixta Francisco Morazán de la comunidad "El Jicarito". Las condiciones bajo las que se desarrolló la toma de muestras, productos y las prácticas usadas por las madres para preparar los mismos son parecidas en otros centros educativos locales, sin embargo no existe evidencia de estadística suficiente que lo demuestre.

1.2.1 Objetivo General

Determinar el aporte de hierro y vitamina A brindado por el CSB entregado por el Programa de Escuelas Saludables en la escuela mixta Francisco Morazán de la comunidad "El Jicarito".

1.2.2 Objetivos específicos

- Determinar las concentraciones de Vitamina A, Fe y fitatos antes y después de la cocción.
- Cuantificar la cantidad y porcentaje de degradación de fitatos presentes en CSB crudo y los productos preparados con el mismo.
- Determinar frecuencia de uso del CSB por las madres.

2. REVISION DE LITERATURA

2.1 VITAMINA A

Según Mataix (2002), vitamina A es un término genérico empleado para agrupar todos los derivados B-Ionona (incluido carotenoides) que muestran actividad biológica y todo transretinol. Los carotenoides son hidrocarburos poliénicos sintetizados por las plantas a partir de ocho unidades de isopreno. Existen casi seiscientos compuestos con estructuras similares en la naturaleza pero solamente unos cincuenta poseen capacidad para transformarse en vitamina A, el más activo y cuantitativamente importante es el β -caroteno.

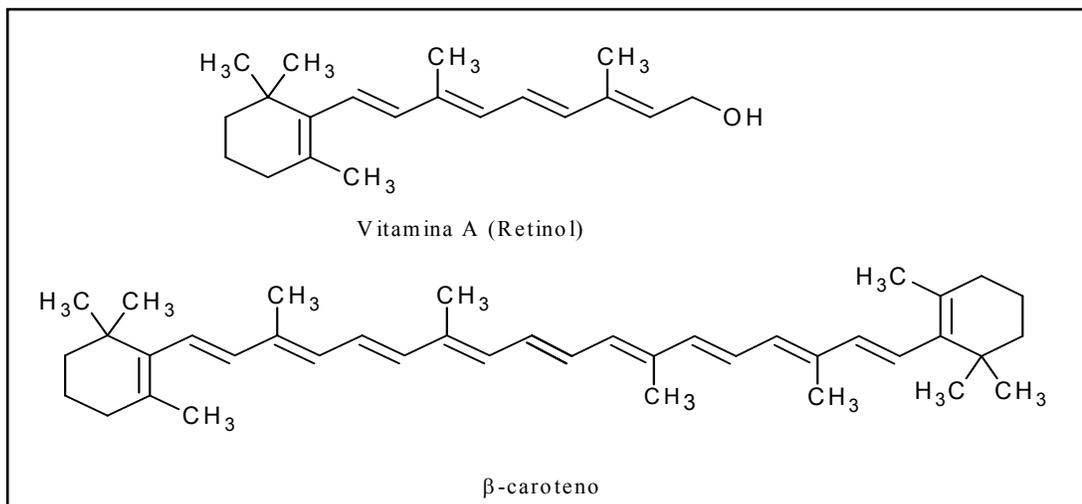


Figura 2. Estructura química del β -Caroteno y Retinol

Fuente: Enciclopedia virtual de la Universidad de Maryland

El organismo tiene diferentes usos bioquímicos para la vitamina A, son varias las áreas en que se ve involucrada directa o indirectamente, destacando la fisiología de la visión, diferenciación de las células epiteliales, crecimiento, reproducción y defensa frente a la oxidación (Mataix 2002).

2.2 SUPLEMENTACIÓN Y DEGRADACIÓN DE VITAMINA A

Scott y Rodriguez (2000), mostraron que la deficiencia de vitamina A es un problema nutricional importante en muchas poblaciones de países en subdesarrollo alrededor del

mundo. Estudios realizados por Loveday y Singh (2008) demostraron que la suplementación de vitamina A en alimentos y/o productos farmacéuticos tiene el potencial de prevenir enfermedades y asegurar un desarrollo saludable durante la niñez en países en vías de desarrollo.

En la naturaleza la vitamina A muestra tres estados diferentes de oxidación, alcohol, en la forma de retinol, ácido como ácido retinoico y aldehído, en la forma de retinaldehído. La última forma presenta una estructura molecular que le brinda estabilidad, razón por la cual los alimentos se fortifican con esteres, entre ellos, retinol palmitato o retinol acetato (Mataix 2002).

La degradación del retinoides en solución acuosa es rápida (Semenova *et al.* 2002). Su solubilidad de retinoides en solventes acuosos es pobre debido a su baja polaridad, su dispersibilidad y estabilidad se puede mejorar al incorporar a la matriz partículas que permitan generar una solución coloidal (Loveday y Singh 2008).

Para disminuir la degradación de vitamina A en condiciones de almacenamiento se debe proteger el alimento de factores que aceleran el proceso, particularmente luz ultravioleta, catalizadores de oxidación químicos (especialmente metales contaminantes e hidroperóxidos lipídicos) y oxígeno. Se debe considerar que la cantidad de Vitamina A al momento del consumo sea suficientemente alta para que sea terapéutica y suficientemente baja para evitar sobredosis. La mayoría de tecnologías generadas no desarrollan un mecanismo racional para mejorar la estabilidad, más bien hacen una aproximación del monto final (Loveday y Singh 2008).

La concentración de vitamina A en la matriz depende del consumo típico del alimento y del aporte esperado. Para alimentos fortificados la dosis debe cubrir como mínimo el 15% de la ingesta recomendada (IDR) para el grupo meta. Antes de distribuirse cualquier alimento fortificado con vitaminas (como en el CSB) la empresa que elabora el producto siempre debería exceder la dosis de vitaminas entre el 10- 20% puesto que existen pérdidas ocasionadas por el transporte, manipulación y almacenamiento. (Dary y Mora 2002)

2.3 DEFICIENCIA DE RETINOIDES (VITAMINA A)

Las deficiencias de vitamina A en el organismo se pueden deber a varios factores, entre ellos ingesta adecuada de grasa proteína o cinc, síntesis adecuada de la proteína fijadora de retinol (RBP) cuya disminución se encuentra ligada a problemas hepáticos (generalmente cirrosis) (Mataix 2002).

Generalmente los problemas por deficiencia de vitamina A se encuentran en países en vías de desarrollo. Las patologías más comunes ante deficiencia extrema de vitamina A son trastornos funcionales de la visión (ceguera nocturna, queratinización de la cornea y de la conjuntiva), sensibilidad a las infecciones respiratorias, hiperqueratosis de la piel, aumento de la presión intracraneal y líquido cefalorraquídeo que incluso puede causar hidrocefalia, reducción en el número de células glandulares que afectan un sinnúmero de

funciones metabólicas en el organismo. Existen otros síntomas como pérdida del apetito, pérdida de peso, falta de concentración (Mataix 2002).

Las cantidades de vitamina A requeridas por el organismo cambian según la etapa fisiológica en que se encuentre el individuo, para el grupo meta analizado los requerimientos de vitamina A fueron los expuestos en el Cuadro 2 (Mataix 2002).

Cuadro 2. Ingesta adecuada de vitamina A y hierro para niños en edad escolar

	Retinol ERµg/día	Fe mg/día
4-6 años	500	10
7-10 años	700	10
11-14 años	1000	12

Fuente: Academia Nacional de Ciencia de Estados Unidos (1989)

2.4 HIERRO

Las funciones del hierro en el organismo son varias. El hierro es un metal coordinadamente quelado en la hemoglobina y la mioglobina (figura 3) de los glóbulos rojos y células musculares, respectivamente. La hemoglobina en la sangre es la proteína encargada de transportar oxígeno a las todas células desde los pulmones y retirar el dióxido de carbono proveniente de la combustión celular desde las células hasta los pulmones para su posterior excreción. Además cumple otras funciones, entre ellas enzimática, formación de compuestos usados en la producción de energía y algunas proteínas, también es requerido en la función neuronal e inmune (Wardlaw & Smith 2007).

El hierro se puede agrupar en dos categorías: hierro que interviene en forma hémica y no hémica en funciones enzimáticas o metabólicas, hierro asociado a transporte y reservas. Referente a la absorción de este puede provenir en dos estados, hierro de forma hémica que proviene de fuentes animales y de forma no hémica proveniente de fuentes vegetales. La biodisponibilidad del hierro en los alimentos posee un rango tan amplio como de 1 a 50%. Esto se debe a su origen. El hierro no hémico tiene n rango de absorción entre 5 y 7% mientras que el hémico se encuentra entre 20-25 % (Mataix 2002).

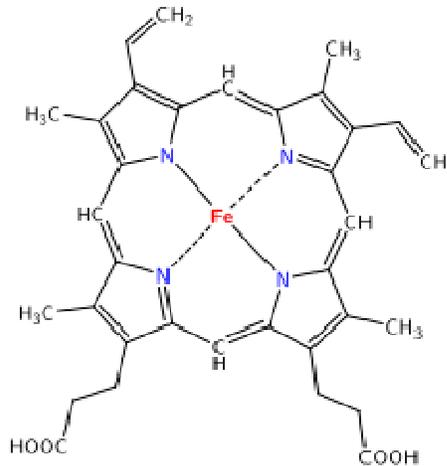


Figura 3. Estructura de la hemoglobina
Fuente Lennert B. (2006)

Las carnes rojas y vísceras poseen la mayor cantidad de hierro de todos los alimentos, este también es el de más fácil absorción (Wardlaw & Smith 2007). La mayoría de alimentos de origen vegetal tienen pequeñas trazas de hierro por lo que es necesario su suplementación, existen varias formas de añadir hierro a una matriz alimenticia, las formas más usadas de hierro son fumarato ferroso, sulfato ferroso y pirofosfato férrico. El fumarato ferroso es poco soluble en agua pero altamente soluble en ácidos, como el HCl del estómago. El fumarato ferroso es el compuesto más usado para fortificar alimentos debido a que provoca pocos cambios organolépticos en la matriz como el sulfato ferroso, actualmente se usa para fortificar cereales para niños en Europa (Hurrell *et al.* 2002).

2.5 DEFICIENCIA DE HIERRO

El hierro es un metal bioacumulable que generalmente cumple un ciclo cerrado en el organismo. Las únicas pérdidas naturales de hierro en el ser humano se deben a descamación celular (pérdida de tejido muerto) y a los flujos menstruales. Otras causas de pérdidas de hierro son cuadros hemorrágicos y sobrecrecimiento bacteriano (Mataix 2002).

Las reservas de Fe son principalmente músculo estriado e hígado. Cuando los depósitos corporales se encuentran saturados, sólo una pequeña parte del mismo se absorbe a nivel intestinal. En contraparte bajas concentraciones del catión en el organismo promueven la absorción del mismo (Mataix 2002).

Existen diferentes manifestaciones físicas ante la carencia de hierro en el sistema entre ellas tenemos (Mataix 2002):

- Reducción de la capacidad física para realizar esfuerzos.
- Disminución de la capacidad intelectual.
- Aumento en el riesgo de parto prematuro.
- Disminución de las defensas ante agentes infecciosos.

Bajos conteos de glóbulos rojos en la sangre producen un cuadro clínico llamado anemia. En anémicos, la sangre contiene bajos niveles de oxígeno, lo que resulta en muchos problemas de salud incluyendo retraso infantil (Walter *et al.* 1986 citado por Hui) complicaciones durante el parto (Murphy *et al.* 1986 citado por Hui) baja función inmune (Marakawa *et al.* 1987 citado por Hui) y cansancio (Basta *et al.* 1979 citado por Hui). Grantham & Ani 2000 demostraron en cuatro diferentes escenarios el efecto de la anemia en la educación de niños y niñas. En todos los escenarios la falta de hierro generó problemas como pobre desarrollo cognitivo y psicomotor además de problemas de comportamiento.

Según la Organización Mundial de la Salud (2006) la anemia es un indicador de nutrición y salud inadecuada. Los efectos más dramáticos de la anemia son incremento de mortalidad materna e infantil.

2.6 INTERACCIÓN ENTRE FITATOS Y MINERALES

El ácido fítico o fitatos son los mayores inhibidores de minerales esenciales, incluidos hierro, zinc y magnesio, se cree que es el responsable directo de la anemia (Ravindran *et al.* 1995 citado por Hui)

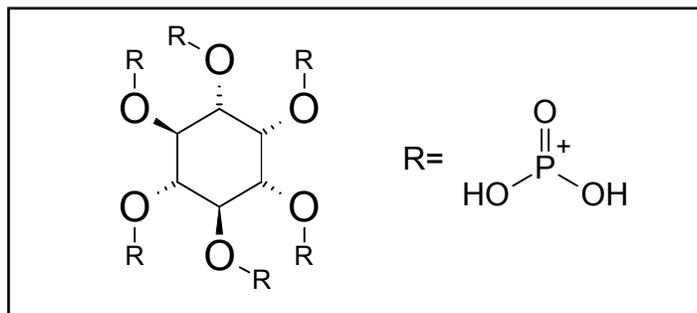


Figura 4. Estructura del ácido Fítico
Fuente: Yikrazuul Y. (2004)

Según Hashizume *et al.* (2004), la absorción de minerales, entre ellos el hierro, calcio y zinc, es afectada por el consumo de sustancias químicas que mejoran la absorción (potenciadores) y otros que disminuyen (inhibidores). El efecto de ambas sustancias se presenta poco antes o después de cada tiempo de comida. Dietas ricas en granos básicos, té negro y café aumentan las dificultades para absorber el hierro debido a su alto contenido de inhibidores.

Una reducción del monto total de ácido fítico o fitatos en alimentos resulta en mayor biodisponibilidad de hierro y otros minerales esenciales (Lucca *et al.* 2002 citado por Hui)

Tratamientos térmicos convencionales, como aquellos usados en cocina doméstica o procesos industriales, generalmente han reportado causar pérdidas moderadas de ácido fítico (Kataria *et al.* 1988 citado por Hurrel). En procesos de hervido se puede perder entre

el 12 y 15% dependiendo del producto mientras que productos extruidos pueden presentar pérdidas mayores al 50% en productos hechos a base de maíz. (Hurrel *et al.* 2002). Las pérdidas de fitatos presentadas durante el proceso de cocción presumiblemente se deben a la combinación de calor y/o degradación enzimática y la migración entre la matriz y el medio de cocción, agua. (Hurrel *et al.* 2002).

2.7 APORTE DE MICRONUTRIENTES POR PARTE DEL CSB

El corn soy blend (CSB) es una premezcla de harinas desarrolladas inicialmente para suplementar las dietas de poblaciones infantiles en países en donde la malnutrición por falta de proteína y energía es endémica. Este alimento está compuesto por harinas de soya desengrasada (21%), harina de maíz tostado (68%) y aceite de soya refinado (5.5%) Además éste contiene una premezcla de vitaminas (0.1%) y minerales (3%). El USDA (2005) reporta que por cada 100 g de CSB consumido el aporte de Fe y de vitamina A a la dieta es de 17.49 mg y 2612.2 IU, respectivamente. Esto significa que si los grupos meta consumen 100 gramos de CSB al día, estos estarían cubriendo más del 100 % de sus requerimientos diarios para esos nutrientes. El Programa Escuelas Saludables del Gobierno de Honduras utiliza este producto para complementar las meriendas distribuidas diariamente a los niños de edad escolar (Cuadro 3).

Cuadro 3. Cantidad y aporte de micronutrientes por parte del CSB proveídos en el Programa de Escuelas Saludables

Alimento	Cantidad (g)	Calorías (kcal)	Proteínas (g)	Hierro (mg)	Vitamina A (µg)
CSB	20	75.14	3.44	3.49	156.53
% IDR 4-6	-	-	-	34.90	21.30
% IDR 7-10	-	-	-	34.90	22.36
% IDR 11-14	-	-	-	29.08	15.65

Fuente: Programa de Escuelas Saludables

1 UI vitamina A = 0.3 µg

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 LOCALIZACIÓN

El estudio se realizó en siguientes lugares:

- Laboratorio del Dr. William Helferich, Departamento de Nutrición Humana de la Universidad de Illinois en Urbana-Champaign. Illinois, US. (Análisis de vitamina A y fitatos)
- Laboratorio de Análisis de Alimentos (LAAZ) de la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, Km 32 vía Tegucigalpa, Honduras. (Análisis de hierro)
- Planta Piloto para desarrollo de nuevos productos de la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, Km 32 vía Tegucigalpa, Honduras. (Procesamiento de muestras)
- Bodega de alimentos y cocinas de madres de familia de la Escuela Mixta Morazán, comunidad de El Jicarito. Honduras (Recolección de muestras)

3.2 METODOLOGÍA

3.2.1 Colección de muestras

Se recolectaron muestras de CSB crudo y alimento preparado con CSB en varios puntos: bodega de la escuela, cocina de las madres antes y después de la cocción. Las muestras de CSB de la bodega del Jicarito son representativas para toda la bodega, la cantidad total de sacos de CSB en la bodega fueron 27, se tomaron dos submuestras de 25 g de doce sacos, se homogenizó y se realizaron 3 muestras finales para análisis. (STO1, STO2, STO3). Estas últimas fueron empacadas al vacío el mismo día en que se colectaron.

Para las muestras de CSB en precocción y alimento preparado se generaron dos grupos, "B" y "C", (Figura 5) estos grupos están diferenciados debido a las prácticas de cocción usadas por cada uno (mezclas de tiempo y temperatura). Cada grupo generó el mismo alimento con tres repeticiones. El alimento es atol el cual es una bebida autóctona de la región hecha a base de leche agua y harina de maíz, de viscosidad media. Los dos grupos fueron escogidos al azar entre madres voluntarias de la escuela.

El CSB pre-cocción fue el mismo usado para preparar los alimentos. Las muestras CSB pre-cocción fueron empacadas al vacío el mismo día de recolección. Todas las muestras cocidas fueron, homogenizadas, liofilizadas y empacadas al vacío el mismo día de

elaboración. Posteriormente se realizó los análisis de vitamina A y fitatos en la Universidad de Illinois.

Duplicados de la muestra se guardaron en el cuarto frío a -20 °C en la planta piloto para el análisis de Fe.

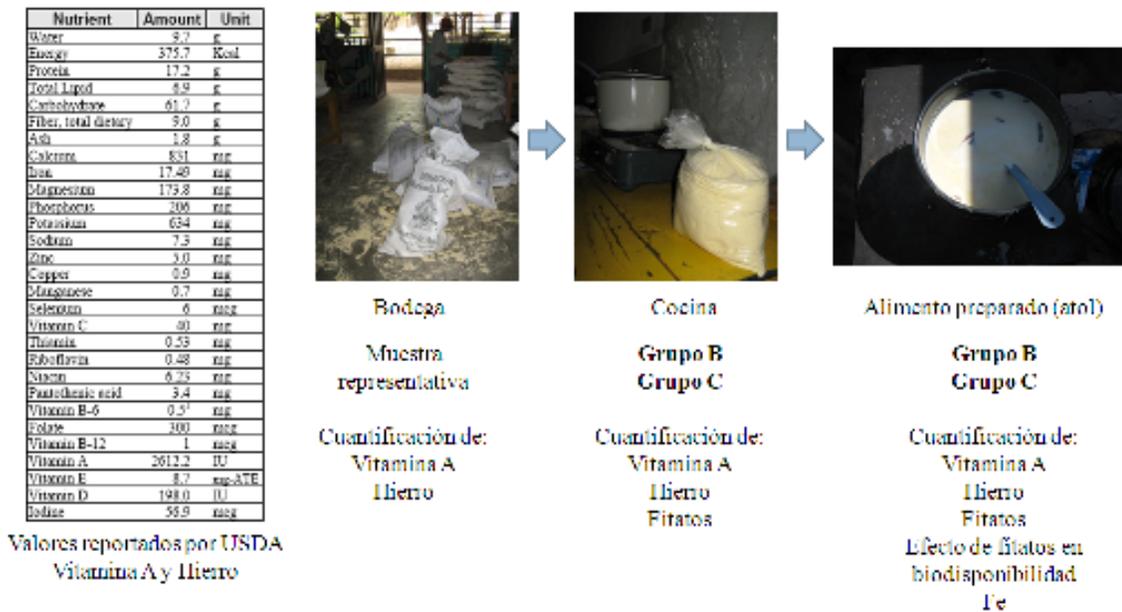


Figura 5. Modelo de toma de muestras.

Se relacionaron los valores de Fe y fitatos con la fórmula basada en los trabajos de Hallberg *et al.* para determinar aporte real de Fe.

$$\log_{10}(\%disponibilidad\ de\ Fe\ no\ hem) = -2868 * \log_{10}(mg\ fitatos\ en\ alim) + 0.1295$$

Para determinar la frecuencia de consumo del CSB se usó la herramienta entrevistas personales con madres de cada curso en la escuela para obtener opiniones. La obtención de datos y su análisis fue cuantitativo. El instrumento fue un banco de preguntas que toca varios puntos referentes a disponibilidad del producto, facilidad de uso y frecuencia de consumo. Las preguntas se señalan en el Anexo 2.

3.2.2 Análisis cuantitativo

3.2.2.1 Hierro

Se comparó la media de las muestras de la bodega contra la cantidad de Fe provista por la hoja de información nutrimental del USDA para el CSB.

Se analizaron las cantidades de hierro de las 3 repeticiones de cada grupo en precocción y alimento preparado, se determinó en base seca el porcentaje de contribución de Fe proveniente del CSB al alimento preparado.

3.2.2.2 Vitamina A (retinol)

Se comparó la media de las muestras de la bodega contra la cantidad de vitamina A provista por la hoja de información nutricional del USDA.

Se analizaron las cantidades de vitamina A de las 3 repeticiones de cada grupo en precocción y alimento preparado, se determinó el porcentaje de pérdida entre cada una de las repeticiones así como su desviación estándar (DE). Estos datos se vincularon directamente con las prácticas, usadas por las madres para cocinar el producto, mezclas de tiempo y temperatura.

3.2.2.3 Fitatos

Se comparó la cantidad de fitatos total por repetición antes y después de la cocción. Se determinó el porcentaje de degradación en cada una de las muestras y se obtuvo un promedio del grupo con DE. Estos datos se vincularon directamente con las prácticas, usadas por las madres para cocinar el producto, mezclas de tiempo y temperatura.

Se compararon los requerimientos nutricionales de cada grupo al cual estaba destinado el producto preparado con CSB contra el aporte teórico de Fe que brindaba cada porción de alimento preparado. Posteriormente se determinó el efecto de los fitatos sobre la biodisponibilidad del Fe presente (fórmula de Hallberg).

3.3 MATERIALES Y EQUIPO

3.3.1 Análisis de hierro

El procedimiento para la cuantificación total de Fe fue el método oficial de la AOAC 999.11.

3.3.2 Materiales para el análisis de hierro

- Cristalería del Laboratorio de Análisis de Alimentos de Zamorano
- Papel Parafina

- Filtros Whatman Circulares, 40 Ashless 125 mm diámetro
- HCl 6 M (Fisher Reactives)

3.3.3 Equipo para el análisis de hierro

- Balanza Adventurer TM OHAUS AR2140).
- Incinerador (Mufla Siybron hermolyne modelo FA1730).
- Espectrofotómetro AA (Marca Varian, Espectro-5).
- Cámara de extracción de gases (Marca Labconco).

3.3.4 Análisis de Vitamina A

Para el análisis de vitamina A se usó una variante del método oficial de saponificación de la AOAC. (AOAC 2001.13) con modificaciones. En breve, se pesaron 100 mg de muestra en tubos de ensayo con tapa. Enseguida se añadió a cada tubo 1 ml de MeOH con 0.1% BHT y se mezcló con el vortex. A esto se le agregaron 4 ml de solución 10% KOH-etanolico y enseguida se mezcló nuevamente con el vortex por 30 segundos. Antes de la sonication se le agrego un micromagneto para agitación. Se incubaron las muestras en baño sonicador por 30 minutos. Al término de éste, las muestras se incubaron en una gradilla de calentamiento a 80 °C por 30 minutos bajo constante agitación. Las muestras se dejaron enfriar a temperatura ambiente y enseguida se añadieron 3 ml de 0.1 N HCl+0.01% EDTA y mezclándose en el vortex por 30 segundos. Retinol se extrajo con 4 ml inicialmente y se mezcló en el vortex por 1 minuto. Para separar las fases, las muestras se centrifugaron a 3000 RPM por 5 minutos a 10°C. Se tomó el sobrenadante con una pipeta Pasteur y se lo colocó en tubos pequeños de ensayo desechables. Se repitió el proceso de extracción con el pellet con 4 ml más de hexano y se combinaron las fases. Los tubos se colocaron en la gradilla de calentamiento a 30°C para remover el hexano bajo una corriente de nitrógeno. El remanente oleoso de cada muestra se resuspendió en 0.5 ml de 1-propanol conteniendo 0.05% BHT. Finalmente, cada muestra se filtró usando un filtro de 0.45 µm PTFE directamente en viales para HPLC. Se filtró la muestra usando un filtro de 0.45 µm PTFE en viales para HPLC.

3.3.5 Equipo para el análisis de vitamina A

- Baño ultrasónico (F20SH Fisher Scientific).
- Centrifugadora.
- Vortex para mezclado
- Balanza
- Campana
- Cromatógrafo líquido de alta eficiencia.
 - Automuestreador (717 Waters Plus).
 - Bomba binaria (ESA, Inc., Chelmsford, MA).
 - Columna ZORBAX RxC8 (250 mm x 4.5 mm x 5µm).
 - Detector CoulArray® (Model 5600A).
 - Columna ZORBAX SB-C18 (150 mm x 4.6 mm x 5µm) con precolumna C18 (Sigma Aldrich).

3.3.6 Análisis de Fitatos

El procedimiento para la cuantificación total de fitatos se realizó basado en el método publicado por Latta M. y Eskin M. en 1980. Método colorimétrico rápido y simple para la determinación de fitatos.

3.3.7 Equipo para el análisis de fitatos

- Espectrofotómetro (Spectronic Instruments, Rochester, N.Y. , U.S.A)
- Columna de intercambio aniónico con resinas:
 - Amberlite IR-120s Bio-Rad Laboratories, Rohm and Haas (PA)
 - AGI-X8 Bio-Rad Laboratories (Richmond, CA)

4. RESULTADOS

4.1 HIERRO Y FITATOS

Las muestras colectadas de la bodega tuvieron 11.46, 11.47 y 10.46 mg Fe/100 g CSB, el promedio de las tres muestras fue de 11.14 mg Fe/100g CSB DE 0.56.

Las concentraciones de Fe antes de la cocción son las mismas para el alimento preparado pero el total de Fe se distribuye para los otros compuestos en base seca del alimento (azúcar y sólidos de la leche) por lo cual no se pudo realizar una relación directa con los mg CSB del alimento preparado.

Cuadro 4. Concentraciones de Fe antes de la cocción

Muestra	mg Fe/g CSB ^a
C1	0.111
C2	0.119
C3	0.102
B1	0.101
B2	0.101
B3	0.112

^a Base seca

^b DE 0.007

El grupo B y C usaron azúcar para la preparación del alimento. Solamente el grupo B usó leche en la formulación, ambos alimentos poseen niveles despreciables de Fe por lo cual se afirma que el Fe del alimento muestra proviene mayoritariamente del CSB. No debería existir pérdida de Fe en el alimento pero la relación de entre Fe total del alimento y Fe aportado por el CSB al alimento existe una relación negativa, parte del Fe se pudo precipitar durante la cocción del producto.

Todos los cálculos fueron hechos en base al consumo de 2 porciones de alimento de 108 g/porción. El consumo por parte de los niños fue de 91.1% con una DE 5.3. Estos datos se basan en observaciones realizadas en campo referente al consumo (tamaño de porción y número de porciones por niño) de productos preparados con CSB.

Cuadro 5. Cantidad de Fe proveniente del CSB en el alimento final

Muestra	Cantidad de CSB (g)	PES-PMA (mg Fe)	Precocción (mg Fe)	Alimento preparado (mg Fe)	Porcentaje de pérdida (%)
C1	26.10±0.5	4.56	2.87±0.104	4.89±0.026	170.32
C2	36.60±0.5	6.40	4.03±0.084	4.54±0.073	112.77
C3	33.40±0.5	5.84	3.67±0.144	2.41±0.033	65.60
B1	20.70±	3.62	2.28±0.039	1.64±0.062	72.02
B2	28.80±	5.04	3.17±0.055	2.56 nd	80.81
B3	44.70±	7.82	4.92±0.085	6.08 nd	123.65

nd: no determinada

Cálculos realizados en base a 2 porciones de 108 g de atol

Los requerimientos de Fe varían según la edad del individuo, el grupo C comprendía niños entre 6-7 años pertenecientes al segundo grado de la escuela, el requerimiento para este grupo es de 10 mg*individuo/día. El grupo B lo comprendían niños entre 11-12 años pertenecientes al sexto grado de la escuela. El requerimiento para este grupo es 12 mg*individuo/día. No se realizó ninguna distinción por género (Cuadro 6 y 7).

Cuadro 6. Aporte teórico de Fe (IDR cubierto)

Muestra	mg Totales de Fe Alimento	% IDR Cubierto
C1	4.89	48.90
C2	4.54	45.40
C3	2.41	24.10
B1	1.64	13.67
B2	2.56	21.34
B3	6.08	50.67

Cuadro 7. Efecto inhibitor de los fitatos sobre la biodisponibilidad de Fe

Muestra	% Teórico	% Biodisponibilidad	% Aporte Real
C1	48.90	25.94	12.68
C2	45.40	23.52	10.68
C3	24.10	25.55	6.16
B1	13.67	32.25	4.41
B2	21.33	24.64	5.26
B3	50.67	24.89	12.61

Cálculos realizados en base a 2 porciones de 108 g de atol

La cantidad total de fitatos para C por repetición después de la cocción fueron 312.1, 438.9 y 328.8 mg/alimento con un promedio de 359.9 mg DE 68.9. Para B las concentraciones fueron 373.0, 360.0 y 146.0 mg/alimento con un promedio de 293.0 mg/alimento y DE 127.5.

La degradación de fitatos (Cuadro 8) se presentó debido a las mezclas de tiempo de exposición y temperatura, el grupo B y C usaron fogón y cocina indistintamente para preparar los alimentos. Para B el tiempo y temperatura de exposición fueron 80.1 min DE 8.9 y 97.8 °C DE 8.6. Para C los valores fueron 75.6 min DE 6.4 y 99.2 °C DE 6.3.

Cuadro 8. Porcentaje de degradación de fitatos después de la cocción

Muestras	Pre-cocción (mg fitatos/ g CSB)	Pos-cocción (mg fitatos/ g CSB)	Degradación (%)
C1	434.59	312.1	28.19
C2	859.45	238.9	48.93
C3	599.59	328.85	45.15
B1	366.08	146.04	60.11
B2	530.95	373.03	29.74
B3	696.57	360.02	48.31

Cálculos realizados en base a 2 porciones de 108 g de atol

4.2 VITAMINA A

La hoja de información nutricional del USDA (2005) indica los valores de retinol con unidades internacionales (IU). Por cada 100 g CSB se tienen 2612.2 IU de retinol que son iguales a 783.66 µg retinol/100 g CSB o 7.83 µg retinol/g CSB. Las muestras colectadas en bodega tuvieron 10.91, 11.16 y 10.09 µg retinol/g CSB seco, el promedio de las tres muestras fue de 10.72 µg retinol/g CSB seco DE 1.2.

Las concentraciones de retinol (Cuadro 9) antes de la cocción difieren del alimento preparado debido a que existe degradación por exposición a la temperatura. Considerando que los sólidos secos del alimento preparado incluyen azúcar y sólidos de la leche no se pudo realizar una relación directa con los ER (Equivalentes Retinol) µg CSB antes de la cocción y los del alimento preparado.

Cuadro 9. Cantidad de retinol proveniente del CSB en el alimento final

Muestra	Cantidad de CSB (g)	PMA-PES (µg retinol)	Precocción (µg retinol)	Alimento Preparado (µg retinol)	Porcentaje de pérdida (%)
C1	26.10±0.5	206.4	263.17±58.782	108.73±0.190	58.68
C2	36.60±0.5	296.1	333.06±82.421	120.09±13.077	63.94
C3	33.40±0.5	233.3	250.25±52.841	115.68±11.208	53.77
B1	20.70±0.5	140.9	143.03nd	26.77±5.167	81.28
B2	28.80±0.5	204.4	207.36nd	40.44±9.303	80.5
B3	44.70±0.5	334.6	339.51nd	64.93±3.161	80.87

Los cálculos se realizaron en base a al consumo de 208 g de alimento preparado

Los requerimientos de retinol varían según la edad del individuo, el grupo C comprendía niños entre 6-7 años pertenecientes al segundo grado de la escuela, el requerimiento para este grupo es de 700 µg por individuo/día. El grupo B lo comprendían niños entre 11-12 años pertenecientes al sexto grado de la escuela. El requerimiento para este grupo es 1000 µg*individuo/día. No se realizó ninguna distinción por género. Los requerimientos de retinol se cuantifican en ER µg (equivalente retinol en µg) en el cual 1 µg retinol es igual a 1 ER µg (Cuadro 10).

Cuadro 10. Aporte teórico de retinol (IDR cubierto)

Muestras	Retinol µg total alim	% IDR cubierto
C1	108.73	10.87
C2	120.09	12.01
C3	115.68	11.57
B1	26.77	3.83
B2	40.44	5.78
B3	64.93	9.28

Los cálculos se realizaron en base a al consumo de 208 g de alimento preparado

4.3 FRECUENCIA DE USO DEL CSB

La información recabada durante las entrevistas arrojó la siguiente información:

- Las madres usan los alimentos entregados por el programa de escuelas saludables. Siempre reciben CSB entre los productos.
- Los alimentos que reciben no son en proporción y diversidad adecuadas para el tipo de producto que deben cocinar para los niños.

- Generalmente preparan bebidas con CSB, muy pocas de ellas saben preparar otros productos.
- No reciben capacitación o instrucción por parte del Programa de Escuelas Saludables o la Escuela sobre preparación de alimentos con CSB.
- La frecuencia de consumo por parte de los niños del CSB es de 1 vez cada tres semanas. Este dato se basa en varias discusiones con madres que preparan alimentos periódicamente.

5. DISCUSIÓN

Según el USDA el valor de hierro es de 17.49 mg Fe/100g CSB. Los datos encontrados en bodega muestran una reducción del 32.36% del Fe total.

Los valores reportados por el USDA difieren en 37.34% DE absoluta 0.014 de los valores encontrados en la bodega y cocina de las madres. Según el PES cada niño recibe 20 g CSB/día que aportan 3.7 mg Fe/día. Esto constituye el 37% y 30.8% de la demanda cubierta para niños de 4-10 y de 11-14 años, respectivamente (Cuadro 11). Realmente cada niño consume más de 20 g de CSB pero la frecuencia con que lo realizan es baja (1 vez cada 3 semanas) por lo que el aporte real del CSB a la dieta como fuente de micronutrientes (hierro y vitamina A) es limitante. Las condiciones a las que es sometido el alimento también ocasionan reducciones considerables en el monto final de micronutrientes.

Cuadro 11. Porciones de alimento entregadas a los niños por día

Alimento (g)	Cantidad (g)	Calorías (kcal)	Proteínas (g)	Hierro (mg)	Vitamina A(µg)
Arroz	70	252	4	3	-
Maíz	70	253	6.6	1.8	8
CSB	20	76	3.6	3.7	100
Aceite	10	90	-	-	-
Frijoles	30	130	7	2	0.08
Total	200	801	21.2	10.5	108.08
% Demanda Cubierta		35	60	140	25

Fuente: Programa de Escuelas Saludables

Los datos expuestos fueron calculados en base a una dieta de 2000 Kcal tal como se muestra en la hoja de referencia del Gobierno de Honduras

Las concentraciones de Fe total en el alimento listo para consumir fueron similares para los dos grupos, el promedio fue 3.69 Fe mg/alimento DE 1.73 mg Fe/alimento. Para ambos grupos el aporte cubierto fue entre 13 y 50% del requerimiento diario. Este valor teórico se ve afectado por la presencia de fitatos los cuales quelan el Fe reduciendo su disponibilidad en el organismo. El tipo de Fe que provee el CSB es Fe no-hémico, este tiene una capacidad reducida de absorción.

Las concentraciones de fitatos en el alimento listo para consumir dependieron de las prácticas usadas durante la cocción de los productos. Las prácticas usadas por las madres para preparar los productos fueron similares, cocción en una olla con agua hirviendo. La reducción proporcional de fitatos fue similar, pero la cantidad restante es aún significativa. La cantidad total de fitatos en todos los alimentos fue superior a 250 mg con excepción de la primera repetición del grupo B en la cual se encontró 146.06 mg fitatos/alimento. Según Hallberg (1989) concentraciones de este tipo pueden causar reducción en la biodisponibilidad de hasta 80%. El aporte real máximo fue de 12%.

La concentración de retinol en el CSB pre-cocción en la cocina de las madres tuvo concentración superiores a lo estipulado por el PMA-PES 8.03 retinol/g CSB DE 1.25 contra el valor de 7.84 retinol/g CSB. La hoja información nutricional emitida por el USDA (2005) indica que la cantidad total de vitamina A (retinol) por cada 100 g de CSB seco es de 2612.2 UI, lo que representa 783.6 μg de retinol/100 g CSB ó 7.836 μg retinol/g CSB (ER $\mu\text{g}/\text{g}$ CSB). El promedio de las concentraciones en bodega fue 10.72 ER $\mu\text{g}/\text{g}$ CSB seco DE 1.2. Existió un monto excedente superior al 26.89%.

Este excedente cumple con las recomendaciones Dary y Mora (2002) las cuales señalan que la empresa productora del alimento fortificado siempre debería exceder la dosis de vitaminas entre el 10- 20% puesto que existen pérdidas ocasionadas por el transporte, manipulación y almacenamiento.

En el caso del CSB las concentraciones de retinol fueron superiores a lo estipulado por la hoja de información nutricional. En ambos casos el retinol proviene mayoritariamente del CSB (los otros compuestos tienen concentraciones de retinol despreciables, Mataix 2002) se afirma que la cantidad total de retinol del alimento preparado proviene del CSB, el cual se distribuyó en todo el alimento.

Se contrastó con la concentración total de retinol en el alimento preparado. Al analizar las concentraciones finales de retinol el aporte máximo no es superior al 12% en ninguno de los casos. Las condiciones a las que se sometió el alimento fueron determinantes para la degradación de vitaminas en el mismo. Estas condiciones promovieron pérdidas entre el 50 y el 80% en ambos casos.

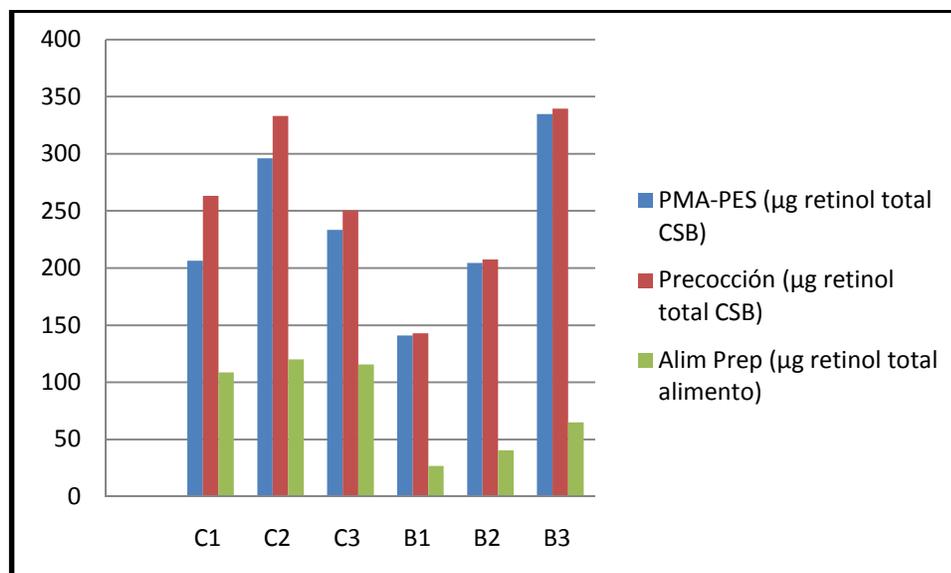


Figura 6. Concentraciones de retinol en µg/g CSB estimadas por el PMA- PES, antes y después de la cocción.

Estudios realizados por Rowe *et al.* (2009) demostraron que la pérdida de vitaminas liposolubles en CSB es despreciable después de la cocción 26 minutos a una temperatura máxima de 95 °C. Estos valores difieren considerablemente de las prácticas usadas por las madres en campo por lo que se sospecha pérdidas mayores a las reportadas por el estudio.

Ingestas por debajo de los valores antes mencionados pueden causar desfases en el desarrollo del individuo, estos trastornos pueden reducir la atención en centros de educación pública pero pueden ser tan graves como retrasos los cuales son más notorios en la edad adulta. Se teme que un porcentaje considerable de la población estudiantil no reciba la cantidad adecuada de nutrientes que le permita el desarrollo (Cuadro 12).

Cuadro 12. Aporte final de hierro y vitamina A por parte del CSB en las Porciones atol entregado a los niños por día

Muestra	Alimento Preparado (mg Fe totales en alimento)	IDR Cubierto (%)	Alimento Preparado (µg retinol total en alimento)	IDR Cubierto (%)
C1	4.89	12.68	108.73	21.75
C2	4.54	10.68	120.09	24.09
C3	2.41	6.16	115.68	23.14
B1	1.64	4.41	26.77	2.78
B2	2.56	5.26	40.44	4.05
B3	6.08	12.61	64.93	6.5

Los cálculos se realizaron en base a al consumo de 208 g de alimento preparado

6. CONCLUSIONES

- El aporte de Fe por parte del CSB puede ser tan alto como el 50%, pero su biodisponibilidad real por la acción de fitatos se ve reducida de tal manera que no aporta cantidades significativas a la dieta. Un alimento enriquecido debe aportar más del 15% de los IDR's de macro y micro nutriente a un grupo meta específico. Referente al Fe en el mejor de los casos aporta el 12% del requerimiento diario, razón por la cual no cumple su propósito.
- El CSB crudo es una excelente fuente de retinol debido a su estabilidad en almacenamiento pero el aporte real de retinol por parte del CSB en alimentos cocidos no es mayor al 24% del IDR. Un alimento enriquecido debe aportar 15% o más de los requerimientos diarios de micro nutrientes (IDR). Para el grupo B el aporte máximo fue 6.5%, muy por debajo de los esperado, razón por la cual este no cumple su propósito. Se debe considerar que la degradación de retinol es excesiva.
- Para muchos de los niños en la escuela estos alimentos representan su único sustento en el día (o la más importante). El déficit de vitamina A puede causar a futuro retrasos en desarrollo físico e intelectual (que se pueden traducir en menor escolaridad). El retinol total en el alimento se ve reducido a cantidades que no son significativas a la dieta. . Para el grupo C el aporte siempre fue superior al 20%. Estas concentraciones se deben al tratamiento térmico usado.
- Las prácticas usadas por las madres para preparar los alimentos, combinaciones de tiempo y temperatura, son muy importantes porque degradan el ácido fítico y compuestos derivados hasta en un 40%. Sin embargo, este porcentaje es despreciable por que aún con reducciones de esa magnitud la cantidad de fitatos remanentes tienen efecto considerable sobre la biodisponibilidad de Fe. La matriz alimenticia no es un vehículo adecuado para el transporte de minerales debido a su alto contenido de fitatos y puede interferir con Fe disponible en otros alimentos.
- Las prácticas usadas por las madres para preparar los alimentos, combinaciones de tiempo y temperatura, degradan el retinol total presente en el CSB, las cantidades se ven reducidas entre el 50 y 80% por lo cual no aporta no es fuente significativa de retinol a la dieta escolar.

- Las madres no han adoptado el CSB adecuadamente o completamente. Esto se presume es por la falta de palatabilidad del producto ya que ellas, dependen directamente de la aceptación del producto por parte de los niños. Esto fue evidente al observar la excesiva cantidad de azúcar añadidas al atól, lo cual, según las madres, se hacía para reducir el sabor ofensivo del CSB como ingrediente.
- Las madres no usan ningún tipo de receta para la preparación de alimentos, se basan en las características organolépticas y reológicas del producto para determinar su término de preparación.

7. RECOMENDACIONES

- Este estudio abre las puertas para desarrollar programas apropiados de control y monitoreo en el uso de alimentos distribuidos en programas de merienda escolar. Es necesario continuar con estudios similares en poblaciones representativas a nivel, regional y nacional. En estos estudios se debe determinar la frecuencia de uso del CSB, los factores que coadyuvan a su desuso y vincular las condiciones específicas de almacenamiento y preparación con la pérdida de minerales y vitaminas.
- En el corto plazo se recomienda capacitar a las madres de familia de la comunidad de "El Jicarito" en la preparación de alimentos usando varias recetas que provean alternativas de un mejor uso del CSB. Se pueden diseñar productos preparados que reduzcan la exposición de las vitaminas a las altas temperaturas de cocción y de esta manera maximizar su eficacia.
- En el largo plazo las entidades encargadas de distribuir el alimento deberían optar por opciones viables para proporcionar Fe y vitamina A. Además de entregar otro tipo de alimentos más acordes a la dieta local. La matriz con alto contenido de fitatos no es un vehículo adecuado para minerales, en especial hierro.
- Promover extruidos, barras nutricionales o galletas, manufacturados por industrias locales con tecnología adecuada para generar alimentos con bajo contenido de fitatos (extrusión) que pueden ser opciones viables en vez del CSB. Estos productos deberían tener el mismo modelo para fortificación de vitamina A pero debería evitar que el mismo se cocine fuera de la fábrica para evitar variaciones.
- El Programa de Escuelas Saludables entre sus actividades conduce campañas de suplementación de sulfato ferroso y vitamina A. Para el 2007 se beneficiaron 300,670 niños en todo el país con suplementación de sulfato ferroso. La dieta hondureña básicamente es frijol rojo y maíz. El PES brinda entre sus productos frijol y CSB, ambos con alto contenido de fitatos por lo cual estas campañas deberían realizarse continuamente y expandirse a toda la población o buscar otras fuentes continuas para proveer Fe a los niños en edad escolar.
- Los programas de alimentación escolares actuales son una excelente plataforma para promover la retención de estudiantes en las escuelas. Sin embargo, los modelos de distribución de alimentos, no son acordes con las necesidades locales, por lo que se deberían entregar productos que no se contrapongan a la dieta local, brindar capacitación continua sobre la preparación de los alimentos y empoderar a las madres y maestros en el programa.

8. LITERATURA CITADA

Akoh A.; Min H. (1998). Food Lipids, chemistry, nutrition and biotechnology. Marcel Dekker. US.308-312 p.

Dary O.; Mora J. (2002). Food Fortification to Reduce Vitamin A Deficiency: International Vitamin A Consultative Group Recommendations. Journal of Nutrition 132: 2927S–2933S, 2002.

David V. *et al.* (2004) Private and public determinants of child nutrition in Nicaragua and Western Honduras. Economics and Human Biology 2 (2004) 457–488.

Davidsson L. *et al.* (2003). The effect of retinyl palmitate added to iron-fortified maize porridge on erythrocyte incorporation of iron in African children with vitamin A deficiency. British Journal of Nutrition (2003), 90, 337–343.

Gragmolatti M. (2007). Children's Growth and Poverty in Rural Guatemala. World Bank Human Development Sector Unit.

Grantham-McGregor S. *et al.* (1997). Effects of early childhood Supplementation with and without Stimulation on later Development in Stunted Jamaican Children. American Journal of Clinical Nutrition. 1997; 66:247-53.

Grantham-McGregor S.; Cornelius A. (2001). Review of Studies on the Effect of Iron Deficiency on Cognitive Development in Children. Journal of Nutrition 131: 649S-668S, 2001.

Guerrant R. *et al.* (2008). Malnutrition as an Enteric Infectious Disease with Long-Term effects on Child Development. Nutrition Reviews, Vol. 66(9):487-505.

Hallberg L. *et al.* (1989). Iron absorption in man: ascorbic acid and dose-dependent inhibition by phytate. American Journal of Clinical Nutrition. 1989; 49: 140-4.

Hashizume M. *et al.* (2004). Anaemia in relation to low bioavailability of dietary iron among school-aged children in the Aral Sea region, Kazakhstan. International Journal of Food Sciences and Nutrition. Vol 55 Number 1 (February 2004) 37-43.

Hassam A. (2000). Extent of phytate degradation in breads and various foods consumed in Saudi Arabia. Food Chemistry 70 (2000) 451-456.

Hui, Y. (2006). Food Biochemistry and Food Processing. Blackwell Publishing. UK. 43-43, 625 p.

Hurrell R. *et al.* (2002). Phytate degradation determines the effect of industrial processing and home cooking on iron absorption from cereal-based foods. *British Journal of Nutrition* (2002), 88, 117-123.

INEH. (Instituto Nacional de Estadística de Honduras). Estadística sobre la población infantil. Consultado el 14 sept. 2009

<http://www.ine-hn.org/sociales/encuestas/ine/ephpm/septiembre07/survey0/index.html>

Jones K. (UNICEF/WFP/WHO) (2007). Guiding principles for the use of multiple vitamin and mineral preparations in emergencies.

Latta, M.; M. Eskin. (1980). A simple and rapid colorimetric method for phytate determination. *J. Agric. Food Chem.* 28:1313–1315

Li H. *et al.* (2003). Effects of Early Childhood Supplementation on the Educational Achievement of Women. *Pediatrics* Vol. 112 No. 5 November 2003.

Loveday S.; Singh H. (2008). Recent advances in technologies for Vitamin A Protection in Foods. *Trends in Food Science & Technology* 19 (2008) 657-668.

Mataix, (2002) J. Nutrición y Alimentación Humana. Nutrientes y Alimentos, Tomo I. Ed. Oceano. Barcelona, España. 176-184, 226-230, 250 p.

Meredith C. *et al.* (2003). Iron absorption from ferrous fumarate in adult women is influenced by ascorbic acid but not by Na₂EDTA. *British Journal of Nutrition* (2003), 90, 1081–1085.

Neal P. *et al.* (2003). Vitamin A Deficiency, Iron Deficiency, and Anemia Among Preschool Children in the Republic of the Marshall Islands. *Nutrition* 2003;19:405–408.

OPS. (Organización Panamericana de la Salud) (2003). Memoria de la tercera reunión de la red latinoamericana de escuelas promotoras de salud. Quito-Ecuador, 10-13 septiembre 2002. Pág. 281-292. (En línea). Consultado el 14 sept. 2009
http://www.paho.org/Spanish/AD/SDE/HS/EPS_RED_HON.pdf

Rowe J. *et al.* (2009). Effect of end-user preparation methods on vitamin content of fortified humanitarian food-aid commodities. *Journal of Food Composition and Analysis* 22 (2009) 33–37.

Scout K.; Rodriguez-Amaya. (2000). Pro-vitamin A Carotenoid Conversion Factors: retinol equivalents- fact or fiction. *Food Chemistry* 69 (2000) 125-127.

UNICEF. Estado Nutricional de la Infancia 2009.

USDA. (Department of Agriculture, US) (2005). Commodity Requirements. Corn-Soy Blend for Use in Export Programs.

USDA. (Department of Agriculture, US) (1996). Fact Sheet: Corn-Soy Blend.

Wardlaw G.; Smith A. (2007). Contemporary Nutrition. McGraw Hill. US. 309-312 p.

WHO. (World Health Organization,) (2006). Worldwide Prevalence of Anaemia 1993-2005.

Woodruff B. *et al.* (2005). Anaemia, iron status and vitamin A deficiency among adolescent refugees in Kenya and Nepal. *Public Health Nutrition*: 9(1), 26–34.

Yamano T. *et al.* (2003). Child Growth, Shocks and Food Aid in Rural Ethiopia. World Bank Policy Research Working Paper. 3128 August 2003.

9. ANEXOS

Anexo 1. IDH Honduras

Cuadro 1	Honduras: Índice de Desarrollo Humano y sus componentes, 2001-2004			
	2001	2002	2003	2004
Índice de Desarrollo Humano	0.660	0.663	0.659	0.664
Índice de Esperanza de Vida	0.730	0.730	0.720	0.726
Esperanza de Vida (en años)	68.8	68.8	68.0	68.6
Índice de Logro Educativo	0.707	0.715	0.718	0.717
Tasa de alfabetismo (en %)	79.6	80.7	81.1	81.0
Tasa de Matriculación combinada (en %)	53.1	53.1	53.1	53.1
Índice de Ingreso per cápita	0.544	0.544	0.544	0.548
Ingreso per cápita (en \$US PPA)	2600	2603	2608	2665

Fuente: Elaboración propia con base en INE: Censo de Población y Vivienda 2001, Encuesta Permanente de Hogares de Propósitos Múltiples, 2001, 2002, 2003 y 2004, ENESF 2001.

Anexo 2. Banco de preguntas para determinar la frecuencia de uso del CSB

- ¿Con qué frecuencia cocina para los niños en la escuela?
- ¿Qué alimentos recibe por parte del Programa de Escuelas Saludables?
- ¿Siempre recibe los mismos alimentos?
- ¿Qué recetas sabe preparar con los alimentos?
- ¿Son estas recetas aceptadas por los niños de la Escuela?
- ¿Ha recibido capacitación de cualquier tipo por parte del Programa de Escuelas Saludables o el Programa Mundial de Alimentos para preparar el CSB?
- ¿Le gustaría saber más recetas?
- ¿Qué alimentos preferiría recibir por parte del Programa Mundial de Alimentos o Programa de Escuelas Saludables?

Anexo 3. Información nutricional del corn soy blend

COMMODITIES REFERENCE GUIDE

FACT SHEET: CORN SOY BLEND

Corn Soy Blend

This processed commodity is used mainly as a weaning food in Maternal Child Health Programs (MCH), and to a lesser extent in emergency and other types of programs.

A. NUTRITIONAL VALUES (PER 100 g)

These are average values, taken from the U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service (USDA:ARS) 1998 USDA Nutrient Database, Release 12, Laboratory Home Page, (<http://www.nal.usda.gov/fnic/foodcomp>). These nutrient values are provided as a guide for use in the calculation of food aid rations; users should be aware that shipments of food aid may vary from these exact values.

B. COMPONENTS

69.5% Cornmeal:	Processed, gelatinized
21.8% Soy flour:	Defatted, toasted
5.5% Soybean oil:	Refined, deodorized, stabilized
3.0%	Minerals and Vitamin Antioxidant premix

C. SPECIFICATIONS

Salmonella, E. Coli and Coagulase Positive. Staphylococci will be negative. Dispersability - will be essentially free from lumping or balling when mixed with water. For micronutrient addition level standards, refer to Section I, p. 7 (See Table next page.)

D. PACKAGING

25 kg (55 lb.) bags of multi-wall paper. Three plies of paper (minimum) with an inner polyethylene or polypropylene plastic liner. The outer paper ply is treated to provide wet strength.

E. SHELF LIFE

The shelf life for CSB is a minimum of one year. The Best if Used By Date (BUBD) for CSB is eighteen months. See Section III: Storage/Shelf Life Specifications for more information.

Nutrient	Amount	Unit
Water	9.7	g
Energy	375.7	Kcal
Protein	17.2	g
Total Lipid	6.9	g
Carbohydrate	61.7	g
Fiber, total dietary	9.0	g
Ash	1.8	g
Calcium	831	mg
Iron	17.49	mg
Magnesium	173.8	mg
Phosphorus	206	mg
Potassium	634	mg
Sodium	7.3	mg
Zinc	5.0	mg
Copper	0.9	mg
Manganese	0.7	mg
Selenium	6	mcg
Vitamin C	40	mg
Thiamin	0.53	mg
Riboflavin	0.48	mg
Niacin	6.23	mg
Pantothenic acid	3.4	mg
Vitamin B-6	0.5 ¹	mg
Folate	300	mcg
Vitamin B-12	1	mcg
Vitamin A	2612.2	IU
Vitamin E	8.7	mg-ATE
Vitamin D	198.0	IU
Iodine	56.9	mcg

¹ 0.2 mg added as Pyridoxine HCL

(5) Minerals

Formulation	Ingredients	Per 2,000 lbs. of Product
1	2% Tri-Calcium Phosphate	40.0 lbs
2	1.8% Calcium Carbonate + 1.6% Monobasic Sodium Phosphate	36.0 lbs 32.0 lbs
3	1.8% Calcium Carbonate + 1.6% Monobasic Potassium Phosphate	36.0 lbs 32.0 lbs
4	1.3% Tri-Calcium Phosphate + 0.6% Dibasic Calcium Phosphate	26.0 lbs 12.0 lbs
5	0.9% Tri-Calcium Phosphate + 0.6% Calcium Carbonate + 0.8% Monobasic Sodium Phosphate	18.0 lbs 12.0 lbs 16.0 lbs
6	0.9% Tri-Calcium Phosphate + 0.6% Calcium Carbonate + 0.8% Monobasic Potassium Phosphate	18.0 lbs 12.0 lbs 16.0 lbs
7	1.7% Di-Calcium Phosphate Anhydrous + 0.5% Calcium Carbonate	34.0 lbs 10.0 lbs
8	2.2% Di-Calcium Phosphate + 0.5% Calcium Carbonate	44.0 lbs 10.0 lbs
9	Zinc Sulfate, Monohydrate ($\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) ¹⁷	0.25 lbs (113.45 g)
10	Ferrous Fumarate, FCC grade, purified	0.92 lbs (418 g)
11	Magnesium Oxide (MgO)	2.75 lbs
12	Iodized Salt (0.007% I ₂) ¹⁸	16.25 lbs

(6) Vitamin Antioxidant Premix

Ingredients	Per 2,000 lbs. of Product
Thiamin monoitrate	2.5 grams
Riboflavin	3.5 grams
Pyridoxine hydrochloride	1.5 grams
Niacin	45.0 grams
Ca D-pantothenate	25.0 grams
Folic acid	1.8 grams
Vitamin B12 ¹⁹	12.0 milligrams