



Aspectos técnicos de la fortificación

Sara Esther Valdés Martínez, PhD, IAUFoSTF
Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán
Junio 2011



Situación actual entre los consumidores

- Reducción en el número de integrantes de las familias
- En una familia trabajan por lo menos dos de los integrantes de la misma
- Mayor número de gente que vive sola
- Independencia temprana de los individuos
- Estilos de vida diferentes
- Costumbres laborales distintas
- Mayor expectativa de vida
- Mayor exposición a otros alimentos
- Conciencia sobre la importancia de la inocuidad de los alimentos

Lo anterior tiene efecto en lo que comemos y como lo comemos

- **Los consumidores cuidan mas su tiempo y por la exposición a la información a través de los medios resultando en:**
 - **Una reducción dramática en el tiempo que dedican a la cocina, se ha reducido de 2 horas a aproximadamente 20 minutos en 30 años y se prevé se reducirá a 6 minutos**
 - **Esperan alimentos saludables que cubran sus requerimientos nutrimentales, sin que ellos cuiden tener una dieta balanceada o hagan ejercicio**
 - **Las Encuestas Nacionales de Salud 1999 y 2006, muestra el problema de obesidad de la población mexicana aunado a la desnutrición**

Respuesta de industria

Alimento	Número
Leches	18
Yoghurt	12
Quesos tipo Petit Suisse	5
Quesos	3
Cremas	3
Mantequillas y margarinas	3

Alimento	Número
Jugos	7
Cárnicos	7
Cereales	9
Botanas	5
Mermeladas y jaleas	4
Sal	1

Un sinnúmero de productos funcionales en el mercado

Fortificación

- **Acción y efecto de fortalecer**
- **Hacer mas fuerte o vigoroso**

Diccionario Real Academia

- **Forma de procesamiento, empleada como una estrategia para controlar la carencia de nutrimentos**
- **El término es casi siempre intercambiable con el término enriquecimiento**
- **Adición de uno o mas nutrimentos.**

Para fortificar es importante

- **La fortificación (nutrimentos, alimentos vehículo, concentraciones) debe ser evaluados cuidadosamente**
- **Conocer los hábitos alimenticios de la población**
- **Prácticas de preparación de los alimentos**
- **Facilidades para la preparación de los alimentos**
- **Nichos de mercado**

Micronutrientes

- Los micronutrientes más empleados que ofrecen estrategias para reducir carencias son:
 - Yodo
 - Vitamina A
 - Hierro
 - Ácido fólico

Micronutrientos

- **Otros micronutrientos de interés:**
 - **Niacina**
 - **Tiamina**
 - **Riboflavina**
 - **Vitamina C**
 - **Zinc**
 - **Calcio**

Criterios para la fortificación

- **Carencia comprobada del nutrimento**
- **Consumo amplio del alimento**
- **Balance del nutrimento en e alimento**
- **Número controlado de fabricantes del alimento**
- **Evaluación de costos**
- **Evaluación del consumo, para calcular qe el enriquecimiento sea efectivo**
- **Legislación**
- **Seguimiento de la fortificación**

Alimentos vehículo

Nutrimento	Vehículo más común
Ácido ascórbico	Bebidas de frutas,
Tiamina, Riboflavina y Niacina	Cereales y productos derivados de los cereales
Vitamina A	Leche y derivados de la leche
Vitamina D	Leche y derivados de la leche y cereales
Calcio	Leche, derivados de la leche
Hierro	Derivados de cereales, leches en polvo
Yodo	Sal
Proteína	Derivados de cereales
Aminoácidos	Derivados de cereales y sustitutos de la carne

Nutrimento	Mínimo	Máximo	Recomendado	Compuesto recomendado
Tiamina Vitamina B ₁	4.0	8.0	5.0	Mononitrato de tiamina
Riboflavina Vitamina B ₂	2.4	5.0	3.0	Hidroclicorato de Riboflavina
Niacina Vitamina B ₃	28	45	35	Nicotiamida
Ácido Fólico (harina de maiz)	0.4	0.5	0.8	Ácido Fólico
Ácido fólico (harina de trigo)	1.6	3.2	2.0	Ácido fólico
Hierro	24	40.0	30.0	Sales de fierro ferrosas
Zinc	16.0	26.0	20.0	Óxido de Zinc
Vitamina B ₁₂	-	-	-	Bajo revisión

La fortificación presenta problemas técnicos

Aspectos Legislativos

Factores adversos



Biodisponibilidad

Aspectos técnicos de la fortificación

Momento del proceso para la adición
Posible degradación
Efecto en el sabor
Efecto en el color

Efectos adversos a la salud de vitaminas y minerales

Álvarez, L. (2003) clasificó a las vitaminas y minerales en base al posible riesgo que presenta a la salud del hombre si se adicionan en exceso a los alimentos:

- Nutrientes con bajo riesgo y efectos nulos o poco adversos: Tiamina, riboflavina, vitamina B₁₂, biotina, niacina, vitamina E
- Nutrientes con bajo riesgo, de los cuales se conocen algunos efectos adversos, pero para los cuales se tiene un amplio margen de seguridad: Vitamina C, piridoxina, ácido fólico, calcio, magnesio, yodo y potasio
- Nutrientes con riesgos conocidos a altas dosis, con un margen de seguridad relativamente estrecho como: Vitamina A, vitamina D, selenio, hierro, zinc, cobre y fósforo
- Se incluyen nutrientes con riesgos poco definidos

- **En cuanto a la estabilidad de los nutrientes adicionados se debe tomar en cuenta:**
 - **Temperatura**
 - **Luz**
 - **pH**
 - **Tipo de minerales**
 - **Interacciones entre nutrientes**

- **Nutrientes mas inestables:**
 - **Vitaminas del complejo B**
 - **Vitamina C**
 - **Vitamina A**
 - **Vitamina D**

Se debe poner especial atención en el control de las variables que favorecen el deterioro, durante proceso y en el envase a emplear

Biodisponibilidad

- **Porcentaje del nutrimento que el organismo absorbe del total ingerido, para ser utilizado en las funciones y procesos metabólicos par que fue destinado**

Biodisponibilidad

- Se debe buscar la máxima biodisponibilidad del nutrimento a agregar y la mínima alteración sensorial
 - El sulfato ferroso es adecuado para enriquecer, biodisponible, pero crea problemas en el sabor del producto. Se aplica exitosamente en productos lácteos, presenta problemas en alimentos con alto contenido de grasa poliinsaturada
 - La biodisponibilidad del Hierro, puede incrementarse con la adición de ácido ascórbico

- **En el caso de minerales la presencia de ácido fítico hace que el Calcio reduzca significativamente la absorción de Zinc**
- **En relación a la interacción Fierro Zinc, parece no existir alguna a los niveles de enriquecimiento**
- **El Calcio puede tener cierto efecto inhibidor en la absorción del Hierro**

Biodisponibilidad de diferentes fuentes químicas de Hierro

Fuente	Biodisponibilidad	
	Harina de trigo	Harina de Maiz
Hierro reducido	2,0%	1,0%
Sulfato ferroso	5,3%	-
Fumarato ferroso	-	5,3%
Bisglicinato ferroso	7,0%	10,8%
N-Fe-EDTA	9,0%	14,9%

Legislación

- **En cuanto a la legislación, es importante conocerla y seguir sus lineamiento, en México la normatividad vigente es:**
 - **NOM-043-SSA2-2005 Servicios Básicos de Salud Promoción y Educación para la salud en materia Alimentaria. Criterios para brindar orientación**
 - **NOM-051-SCFI/SSA1-2010, Especificaciones generales de etiquetado para alimentos y bebidas no alcohólicas preenvasados- Información comercial y sanitaria.**

– La información nutrimental de vitaminas y minerales puede declararse si el nutrimento se encuentra por arriba del 5% del VNR (ya sea IDR o IDS):

- Vitamina A**
- Vitamina B 1, Tiamina**
- Vitamina B 2, Riboflavina**
- Vitamina B 6, Piridoxina**
- Vitamina B 12, Cianocobalamina**
- Vitamina C, Ácido ascórbico**
- Niacina, Ácido nicotínico**
- Ácido fólico, Folacina**
- Hierro**

Legislación

- **NOM-086-SSA1, Bienes y Servicios. Alimentos y Bebidas no alcohólicas con modificaciones en su composición. Especificaciones nutrimentales**

Enriquecimiento con vitaminas y minerales

- **Sales de Calcio comúnmente adicionadas:**

- **Carbonato de Calcio**
- **Fosfato de Calcio**
- **Sulfato de Calcio**
- **Cloruro de Calcio**
- **Fosfato tricálcico**
- **Citrato tricálcico**



Sales inorgánicas

- **Lactato de calcio**
- **Lactato-gluconato de Calcio**
- **Citrato – malato de Calcio**
- **Gluconato de calcio.**

Sales orgánicas



Tabla # 2 Sales de Calcio empleadas en la Fortificación de Bebidas

Producto	Solubilidad de la sal a 25°C (g/l)	Sabor	Contenido de Calcio
Carbonato de Calcio	Insoluble	Untuoso, almidonado	40 %
Fosfato de Calcio	Insoluble	Arenoso, suavemente dulce	17 a 38 %
Citrato tricálcico (4H ₂ O)	0.2	Neutral	21 %
Lactato de Calcio (5H ₂ O)	9.3	Suavemente dulce	13 %
Lactato – gluconato de Calcio	45 – 50	Neutral	10 a 13%
Gluconato de Calcio	3.5	Suave, neutral	9%

Fuente: Gersther, G. (2002) El desafío de la fortificación. Bebidas enriquecidas con Calcio, *Énfasis Alimentación*, No. 4 Agosto/Septiembre, Pág.. 64¹⁷

Enriquecimiento con sales de Calcio

- Las sales de calcio orgánicas presentan mayor biodisponibilidad y la tendencia es hacia emplearlas, sin embargo su costo es mayor.
- De las sales orgánicas se emplea mas el citrato tricálcico.
- De las sales inorgánicas se prefiere el uso de Carbonato de Calcio y Fosfato de Calcio.
- En la selección de la sal a emplear se debe tomar en cuenta el tamaño de partícula de la sal y el producto en que se va a emplear.
- Se debe buscar que la sal empleada, no afecte el sabor, ni la textura del producto en que se a



Clasificación de sales de Hierro

- I. Sales muy solubles en agua: sulfato ferroso, gluconato ferroso, lactato ferroso, citrato férrico amónico
- II. Compuestos poco solubles en agua, pero muy solubles en los jugos gástricos estomacales: Fumarato ferroso, succinato ferroso, sacarato ferroso
- III. Compuestos de hierro insolubles en agua, poco solubles en soluciones ácidas diluidas: Ortofosfato férrico, ortofosfato férrico amónico, Pirofosfato férrico, Hierro elemental en polvo, Hierro electrolítico, hierro carbonílico, hierro reducido
- IV. Compuestos de hierro protegidos: Hemoglobina, EDTA (FeIII), quelatos de amino ácidos, sulfato ferroso estabilizado

Enriquecimiento con sales de Hierro

- Las sales del Grupo I presentan una gran biodisponibilidad pero son extremadamente reactivos.
- Las sales del grupo II, provocan rancidez en productos lácteos fluidos.
- Las sales del grupo III, son las más empleadas en el fortalecimiento, ya que no provocan cambios organolépticos en los productos en que se emplean, sin embargo tienen poca biodisponibilidad.

Enriquecimiento con sales de Hierro

- Las sales del grupo IV, fueron generadas para fortalecer los alimentos, buscando una baja reactividad y una alta biodisponibilidad, pero altos precios, estos productos pueden sin embargo tener otro tipo de reacciones que afectan las propiedades sensoriales de los productos a que se aplican (sulfato ferroso micro encapsulado).
- Normalmente la adición se hace en forma de sulfato ferroso y mediante la adición de ácido ascórbico en una relación molar 2:1



Planteamiento de adición de Hierro

Requerimiento	1,0 mg/ día de Fe disponible
Ingesta actual	0,53 mg/día
Déficit de Fe disponible	0.47 mg/día
Fuente a utilizar	Sulfato Ferroso (en harina de trigo) Biodisponibilidad 5,3%
	Fumarato Ferroso (en harina de maíz) Biodisponibilidad 5.0%
Consumo per cápita de harinas	250g/día (incluye trigo y maíz)
Nivel de adición de Fe total	40 mg/Kg de harina equivalente a 0.52 mg (\pm 10%) de Fe disponible/250g harina
% del requerimiento que se cubre	51.5% \pm 10%

Adición de otras sales

- La adición de Zinc se realiza básicamente con las sales: Sulfato de Zinc, cloruro de zinc, gluconato de zinc, óxido de zinc, y estearato de zinc. En la actualidad se adiciona también como un quelado de zinc-metionina¹⁹.
- El fósforo, suele adicionarse en forma combinado con el Calcio como: fosfato de Calcio. Se ha encontrado que en el caso de elementos traza, el cobre y el zinc, hay que cuidar los niveles de adición, ya que podría haber problemas de toxicidad.



Planteamiento de adición de Zinc

Requerimientos de Zinc	2,5 mg de Zn biodisponible
Ingesta actual de Zinc biodisponible	1,13 mg/día
Déficit de Zinc biodisponible	1,38 mg/día
Fuente a utilizar	Óxido de Zinc/Biodisponibilidad 11,0%
Consumo per cápita en harinas	250g/día (incluye trigo y maíz)
Nivel de Zinc total	40 mg/Kg ($\pm 10\%$) de harina equivalente a 1,10mg ($\pm 10\%$) de Zinc biodisponible/250g de harina
% del requerimiento que se cubre	44% $\pm 10\%$

Adición de vitaminas

Las concentraciones que se emplean son menores, la ingesta excesiva de algunas vitaminas puede tener un efecto adverso, por lo cual los niveles de adición reglamentados son 4:

- Vitaminas hidrosolubles y minerales: hasta un 25% del valor de referencia diario por porción de consumo habitual del alimento.
- Vitamina C: hasta un 35% del valor de referencia diario por porción de consumo habitual del alimento.
- Vitaminas liposolubles E y K: hasta un 20% del valor de referencia diario por porción de consumo habitual.
- Vitaminas liposolubles A y D: hasta un 15% del valor de referencia diario por porción de consumo habitual del alimento



Adición de vitaminas

- Las vitaminas se adicionan en exceso, entre 25 y 30%, para garantizar pérdidas durante proceso y que el consumidor adquiera lo que marca la etiqueta cuando adquiere el producto.
- Para una bebida de leche fortificada, se recomienda adicionar en exceso de Vitamina E en 10%, Niacina 25%, de 25 a 30% de Vitaminas A, C y D.
- En el caso de bebidas enlatadas el incremento puede ser de hasta el 100% para las vitaminas mas sensibles al deterioro.





Adición de vitaminas

- Las vitaminas se deben adicionar en estado líquido para productos líquidos y en polvo para productos en polvo.
- Las vitaminas se adicionan como premezcla a parte del producto para obtener una mejor dispersión y posteriormente mezclarla con el resto del lote, en algunos casos se recomienda ésta dilución hasta 4 veces, antes de adicionar al lote final.
- En el desarrollo de premezclas se debe trabajar con el proveedor, para encontrar la mezcla más adecuada.
- El enriquecimiento con vitaminas y minerales, incrementa el costo de un producto lácteo en un 30%.

Planteamiento de adición de **Ácido fólico**

Requerimiento de ácido fólico	400 mcg/día mujeres embarazadas
Fuente a utilizar	Ácido fólico /Biodisponibilidad 100%
Consumo per cápita de harinas	250g/día (incluye trigo y maíz)
Nivel de adición de ácido fólico	2 mg/Kg (<u>±</u> 10%)_de harina 375 µg/250g de harina

Conclusiones

- La fortificación de alimentos es un asunto complejo con muchos factores que lo afectan
- La investigación sobre el status nutrimental de la población debe continuar, para conocer las deficiencias y poder atacarlas con políticas adecuadas.
- La población debe ser educada para que comprenda la importancia de una dieta balanceada, el ejercicio y su relación con la salud

Conclusiones

- **La investigación sobre las interacciones entre nutrimentos y la biodisponibilidad de los mismos debe continuar para poder aplicar los nutrimentos requeridos a las concentraciones requeridas**
- **Se debe buscar los mejores alimentos como vehículo para lograr el impacto deseado**
- **Nunca perder de vista que el costo del alimento no debe volverse inaccesible**



¡Muchas gracias!

sara@servidor.unam.mx

Sara Esther Valdés Martínez,
PhD, IAFoSTF