

Fortificación de Alimentos

Azúcar

Fundamento

El azúcar es una fuente importante de energía para muchas personas a través de todo el mundo. Es producida en más de 100 países y su producción está aumentando, especialmente en Sudamérica (Cuadro 1). En los países productores de azúcar, el procesamiento y la refinación del azúcar se realiza en sólo unos pocos molinos y sólo algunos países importadores de azúcar refinan azúcar. Por estos motivos, la fortificación del azúcar con micronutrientes es práctica y factible. Además, el azúcar es consumida regularmente por la gran mayoría de las personas, aún cuando los niveles de consumo varían (Cuadro 2). Por lo tanto, la fortificación es un medio eficaz para compensar las deficiencias de micronutrientes que sufre la población.

Entre las deficiencias de micronutrientes, la deficiencia de vitamina A es una de las más difundidas, ya que afecta a más de 250 millones de niños en todo el mundo (Fig. 1). Una estrategia para eliminar este problema ha sido la fortificación del azúcar con vitamina A.

Criterios de Fortificación

El objetivo es asegurar que se satisfagan las necesidades de vitamina A de los grupos con mayores riesgos de sufrir deficiencia, sin que las personas que consumen cantidades altas de azúcar tengan una ingesta excesiva de dicha vitamina.

El nivel de vitamina A que se agrega está determinado por los requerimientos nutricionales y los patrones de consumo de azúcar; por lo tanto, se necesitan datos representativos del país, desglosados por nivel socioeconómico y grupos de edad. Los niños menores de 5 años son los más vulnerables a la deficiencia de vitamina A, y su ingesta diaria recomendada es de 400 µg de equivalente de retinol (ER) (1.330 UI) diarios. Las mujeres embarazadas también tienen un alto riesgo de sufrir deficiencia de vitamina A y su ingesta diaria recomendada es de 600 µg (2.000 UI).

Si, por ejemplo, la ingesta promedio de azúcar de los niños menores de 5 años es 20 gramos diarios y la de los adultos del grupo de mayor consumo es 150 gramos diarios, las necesidades serán cubiertas con 15 µg de vitamina A por gramo de azúcar y permanecerá por debajo de los límites máximos aceptados.

Tecnología

Debido a que la cantidad de vitamina A que se agrega es tan pequeña, la producción de un producto fortificado en forma homogénea se facilita, mediante la dilución del palmitato de retinol (la forma de vitamina A usada en la fortificación) en una pequeña cantidad de azúcar para formar una premezcla. La premezcla contiene:

- Azúcar regular
- Microesferas de vitamina A en forma de palmitato solubles en agua fría que contienen 75 000 µg/g (250 000 UI/g).
- Un aceite vegetal con bajo contenido de grasa no saturada y de peróxido (ej. aceite de coco o de maní), que adhiere la microesfera de vitamina A al cristal de azúcar (Fig. 2). Esto impide la separación de vitamina A y el cristal de azúcar y produce un producto fortificado en forma homogénea, sin cambios notorios en las propiedades organolépticas del azúcar.
- Un antioxidante obtenido de antioxidantes naturales (palmitato

Cuadro 1
Producción Regional y Mundial
(Miles de Toneladas Métricas)¹

Región	1988	1994
América Central	15 000	11 500
América del Sur	13 000	17 000
África	8 000	7 000
Asia	26 500	33 300
Europa	31 500	27 300
Norte América	6 500	7 000
Oceanía	4 200	5 800
Total Mundial	104 700	110 300

1. Organización Mundial del Azúcar, 1995.

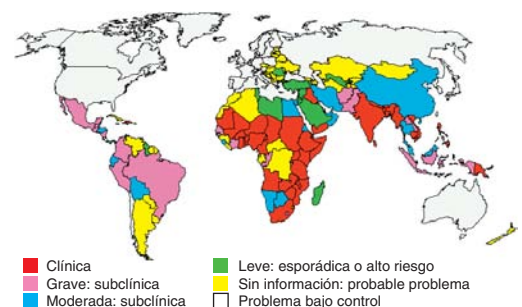
Cuadro 2
Consumo Per Capita de Azúcar, y
Porcentaje de la Ingesta Diaria de Energía
en Países Seleccionados

País (1994)	Consumo (g/persona/día) ¹	% de ingesta diaria de energía ²
Brasil	127	17
Perú	88	14
Guatemala	110	15
Honduras	85	12
India	42	5
Indonesia	42	5
Marruecos	88	11
Mali	22	2
Egipto	80	10
Zambia	31	8
Camerún	17	3
Sudáfrica	100	15

1. Organización Internacional del Azúcar, 1995.

2. Hojas de Balance de Alimentos de la FAO. Promedio de 1984-1986.

Figura 1
Países Clasificados por el Grado de
Importancia de la Deficiencia de
Vitamina A para la Salud Pública



OMS: Decimoséptima Reunión del IVACG, Guatemala, 1996.

Figura 2
Microesfera de Vitamina A Adherida a un Cristal de Azúcar



de ascorbilo, DL-alfa tocoferol, y lecitina) que se agrega para impedir que el aceite se ponga rancio. El aceite rancio desestabiliza la vitamina A y tiene efectos adversos sobre las características organolépticas del azúcar. Al mezclar el aceite con el antioxidante en un medio inerte y libre de oxígeno, es decir, en presencia de gas de nitrógeno, impide la oxidación del aceite.

Composición de la Premezcla

Ingredientes	Cantidad	Unidades
Azúcar	76.35	Kg
Vitamina A 250 CWS	22.03	Kg
Aceite de maní	2	L
Antioxidante	0.008	Kg
TOTAL	100	Kg

La premezcla se elabora mezclando el azúcar con la vitamina A en una mezcladora (generalmente tipo V, Fig.3), con un dispositivo de atomización acoplado, que permite agregar la mezcla de aceite-antioxidante durante la operación de mezcla. Después de mezclar 10 a 20 minutos, la premezcla se envasa en bolsas de polietileno negro de 25 Kg cubiertas con bolsas de polipropileno. Esto minimiza su exposición a la luz, evitando así la destrucción del retinol. Esta premezcla es agregada al azúcar en una relación de 1:1000. La adición de la premezcla al azúcar se puede hacer en forma manual o automática. En las operaciones manuales, la premezcla se agrega a las centrifugas. Este método no es ideal porque la exactitud de la cantidad de la premezcla que se agrega depende del operador. En las operaciones automáticas (Fig.4), los alimentadores se pueden colocar en diferentes lugares a lo largo de la línea de producción (Fig.5). El lugar más apropiado es aquél donde la humedad y la temperatura son más bajas, el cual sería justo antes del lugar de envasado. Esto no siempre es posible debido a restricciones en el espacio disponible. El azúcar fortificada se envasa en bolsas de polietileno.

Figura 3
Mezclador Tipo V y Depósito de Aceite

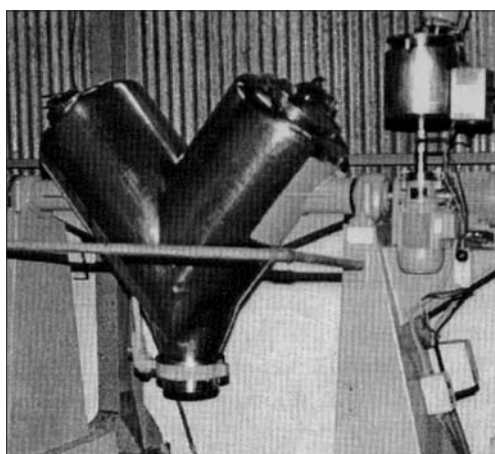
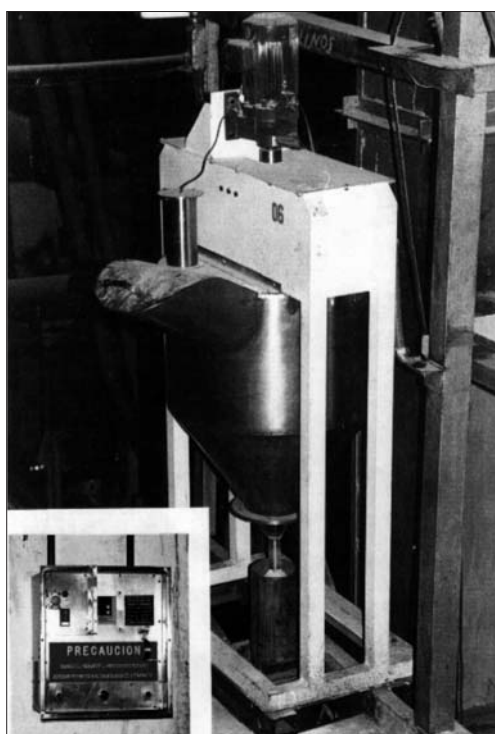


Figura 4
Dosificador Automático y Panel de Control



Estabilidad del Palmitato de Retinol

Un compuesto de vitamina A encapsulado, seco, sólido y miscible en agua, y producido en forma industrial, facilitó la creación de la tecnología de fortificación. A pesar de la excelente estabilidad, la 250-CWS todavía es sensible al aire, luz, humedad y ácidos; por lo tanto, la manipulación y condiciones de almacenamiento apropiadas de la premezcla y el azúcar fortificada son muy importantes.

En la premezcla y durante el proceso de fortificación

Los datos experimentales indican pérdidas de retinol de entre 10 y 20 por ciento durante el procesamiento del azúcar fortificada, y entre 20 y 40 por ciento después de un año de almacenamiento. Estas pérdidas deben ser compensadas agregando una mayor cantidad de la premezcla al azúcar durante el proceso de fortificación.

El palmitato de retinol es susceptible a la oxidación en presencia de luz natural o artificial. El envasado de la premezcla en bolsas cubiertas con bolsas de polietileno negras reduce la exposición a la luz y la degradación de la vitamina A.

Las gotitas de palmitato de retinol resisten temperaturas de 105° durante 10 minutos. Esto es importante porque la premezcla se agrega al azúcar antes de que pase por las turbinas de secado, donde las temperaturas son entre 65 y 70°C.

En el azúcar fortificada

Las pruebas de estabilidad muestran que el azúcar fortificada envasada en bolsas de polietileno para venta al menudeo conserva entre el 50 y 70 por ciento del nivel inicial de vitamina A después de 3 meses de almacenamiento (Fig.6 y 7). Se cree

que el calor y la humedad, juntos, son más dañinos para el palmitato de retinol que el calor o humedad solos (Cuadro 3).

Azúcar fortificada en alimentos

La vitamina A contenida en el azúcar fortificada permanece estable en los alimentos preparados en el hogar, a pesar de que la humedad, el calor y la acidez reducen su actividad. Cuando se agrega azúcar fortificada a bebidas tales como limonada o naranjada, se conserva entre 60 y 80 por ciento de la vitamina A después de dos días.

La vitamina A es sensible a los ácidos, por lo que se pueden esperar pérdidas cuando entra en contacto con alguno de ellos. Sin embargo, la mayor parte de la vitamina A contenida en el azúcar fortificada se puede perder en la fabricación de bebidas gaseosas como consecuencia del uso de carbón activado y tierra de diatomea para eliminar el color y las impurezas. Por lo tanto, cuando se usa azúcar no refinada en la fabricación de bebidas no alcohólicas se produce la destrucción total de la vitamina. No obstante, si se usa azúcar refinada, se mantienen dos tercios del nivel de retinol original.

La estabilidad de la vitamina A en alimentos horneados también es buena. La conservación del micronutriente después de hornear el alimento es de alrededor de 80 a 90 por ciento. No es probable que se produzcan interacciones entre los micronutrientes y la vitamina A en el azúcar porque ésta es un producto puro con cantidades mínimas de otros compuestos.

Control de Calidad

El contenido de vitamina A de la premezcla se determina usando métodos cuantitativos, mientras que para el azúcar fortificada se realiza usando métodos semicuantitativos y cuantitativos.

Los métodos cuantitativos incluyen el uso de los métodos HPLC y espectrofotométrico. El método de HPLC se basa en la separación de la vitamina A (retinol) de otras sustancias que absorben la energía luminosa a una longitud de onda igual o similar al retinol. La detección del retinol en la columna de HPLC se puede realizar usando luz ultravioleta o fluorescente. Este método es exacto, no destruye el retinol y requiere una cantidad pequeña de muestra. Sin embargo, el equipo es caro, se necesita personal altamente capacitado, y sólo se pueden analizar pocas muestras a la vez, lo que hace que el examen sea caro. El método espectrofotométrico consiste en medir la absorción del retinol contenido en el azúcar después de su destrucción selectiva por exposición a la luz ultravioleta. Este método es fácil de usar, más barato que el método HPLC, y permite obtener los resultados en un período mucho más corto.

El método colorimétrico semicuantitativo consiste en agregar un reactivo cromogénico a un volumen de azúcar solubilizada para producir un color azul. La intensidad del color azul es proporcional a la cantidad de retinol contenida en la muestra, la que se mide comparandola con una escala de valores estándar. Los ensayos semicuantitativos realizados a intervalos de 1 a 2 horas durante el proceso de producción verifican que el azúcar fortificada contenga una cantidad de vitamina A que corresponda al rango estipulado en las normas. Los resultados son inmediatos y permiten ajustar la cantidad de premezcla que se agrega al azúcar.

Costos

Los costos de fortificación de azúcar incluyen las inversiones de capital, es decir, los costos de construcción y equipos, y los costos recurrentes, o sea, los costos de personal, la premezcla y los costos de producción del azúcar, asimismo, los costos de control y evaluación. En Guatemala, el costo de fortificar 1 tonelada métrica de azúcar es US\$ 9.51, y el costo por persona es US\$ 0.36/año. Dado que un kilogramo de azúcar cuesta US\$ 0.45 antes de su fortificación, el agregar la vitamina A eleva el costo a US\$ 0.459, es decir, un 2 por ciento por encima de su

Figura 5
Puntos Posibles para Agregar la Premezcla Durante el Proceso de Producción de Azúcar

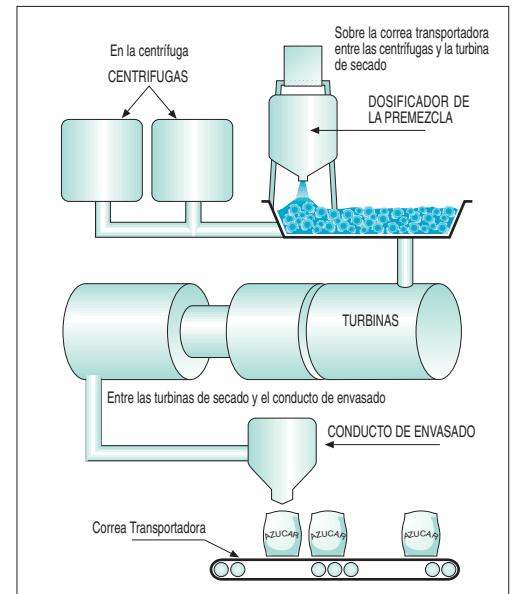
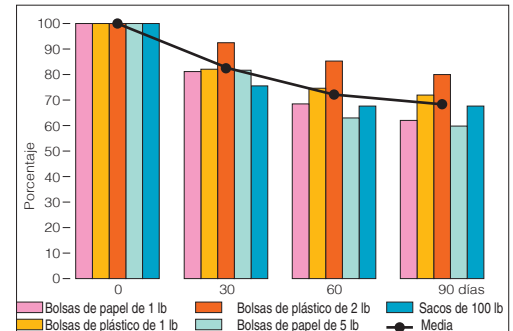
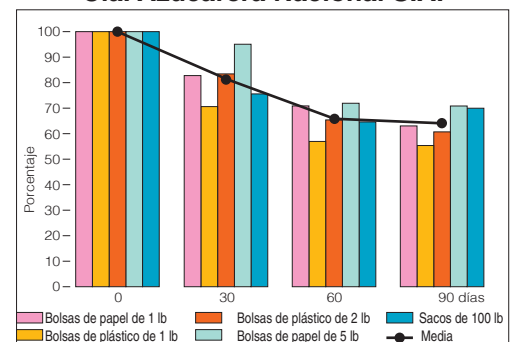


Figura 6
Estabilidad de la Vitamina A en el Azúcar, Cía. Azucarera La Estrella S.A.



De Gracia, M.S., F.E. Murillo. 1993. Estabilidad de la vitamina A en el azúcar fortificada. Resumen ejecutivo. INCAP/U de P.

Figura 7
Estabilidad de la Vitamina A en el Azúcar, Cía. Azucarera Nacional S.A.



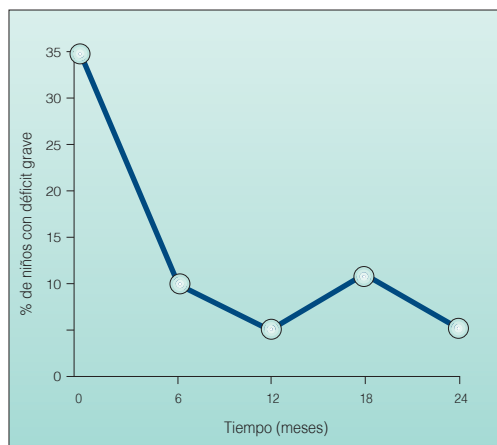
De Gracia, M.S., F.E. Murillo. 1993. Estabilidad de la vitamina A en azúcar fortificada. Resumen ejecutivo. INCAP/U de P.

Cuadro 3
Estabilidad del Retinol en Azúcar Fortificada (% de retención en sacos de 125 lb)

Tipo de Ubicación	Meses de almacenamiento		
	3	6	9
Frío - Húmedo	90	77	66
Caliente - Seco	92	71	63
Templado - Húmedo	83	69	43
Caliente - Húmedo	80	62	40

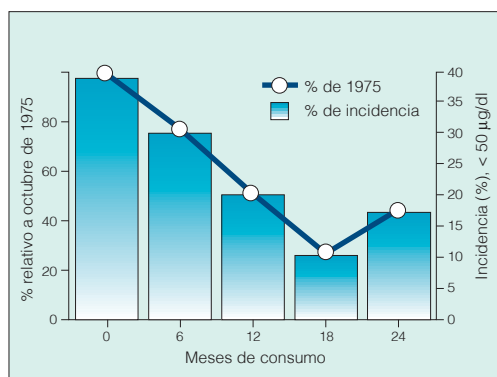
Dary, O., De León, L. Conferencia de la Decimoséptima Reunión IVACG, Guatemala, 1996.

Figura 8
Disminución en el % de Niños con Nivel de Retinol Sérico Inferior a 10 µg/dl después del Consumo de Azúcar Fortificada



Arroyave G, Aguilar Jr., Flores M, Guzmán Ma. Evaluación de la Fortificación de Azúcar con Vitamina A a Nivel Nacional. Organización Panamericana de la Salud. Publicación Científica 384, Washington DC., 1979.

Figura 9
Efecto del Consumo de Azúcar Fortificada sobre la Incidencia de Niveles Bajos de Retinol en la Leche Humana



Arroyave G, Aguilar Jr., Flores M, Guzmán Ma. Evaluación de la Fortificación del Azúcar con Vitamina A a Nivel Nacional. Organización Panamericana de la Salud. Publicación Científica 384, Washington DC., 1979.

Cuadro 4
Estado de la Legislación sobre Fortificación del Azúcar en Latinoamérica

Países con legislación en vigor	Países en proceso de legislar	Países con interés (público o privado)
Guatemala	Nicaragua	Brasil
Honduras	Ecuador	Rep Dominicana
El Salvador		Colombia
		Bolivia

precio original.

El análisis económico de un programa se puede presentar de maneras diferentes, por ejemplo, costo por tonelada métrica, costo por persona, costo por persona cubierta, costo por posible beneficiario, y en términos de su eficacia en función al costo. El costo del programa de fortificación del azúcar es barato, especialmente si se le compara con los costos que involucra la deficiencia de vitamina A, y el costo de otras intervenciones para paliar su deficiencia.

Legislación

Para obtener éxito, un programa de fortificación necesita la participación conjunta de los diferentes sectores, gobierno, productores de alimento, organizaciones privadas y agencias internacionales. La expresión más clara del compromiso político para eliminar la deficiencia de vitamina A es la acción legislativa de oficializar un programa de fortificación con vitamina A. Dicha legislación deberá definir las normas para poner en práctica la fortificación, incluyendo las responsabilidades de cada uno de los sectores involucrados. La reglamentación de la fortificación con vitamina A deberá especificar el tipo de fortificante de vitamina A que se usará y la cantidad de palmitato de retinol permitida en el azúcar fortificada, tanto en la refinera como en el punto de ventas, cuando corresponda. La reglamentación deberá definir las precauciones y las condiciones de seguridad alimentaria que se deberán observar durante la producción, el transporte, el almacenamiento y la venta del azúcar fortificada.

Se deberá exigir que las bolsas de azúcar fortificada se etiqueten en la refinera, especialmente cuando también se produce azúcar no fortificada para uso industrial. El azúcar envasada para su venta al menudeo deberá ser etiquetada en forma veraz y precisa, proporcionando la información esencial especificada por las autoridades de salud.

Se recomienda la creación oficial de un comité específico, por ejemplo, un Comité de Fortificación de Alimentos, formado por representantes de los diferentes sectores. El papel de este comité deberá ser controlar la implementación del programa y analizar la información proveniente de las diferentes unidades operativas, y asegurar que dichas unidades y las personas responsables en los puntos de venta cumplan con sus responsabilidades.

Historia e Intervenciones Exitosas

Guatemala fue uno de los primeros países en poner en práctica un programa de fortificación de azúcar, para asegurar la ingesta adecuada de vitamina A por parte de la población. Los resultados obtenidos fueron satisfactorios (Fig.8 y 9).

Otros países en Latinoamérica actualmente están poniendo en práctica programas de fortificación con vitamina A (Cuadro 4). Los países asiáticos también están considerando fortificar el azúcar.

La vitamina A es un nutriente esencial y su deficiencia se asocia con efectos adversos para la salud. La fortificación del azúcar representa una intervención importante para mejorar los niveles de vitamina A de las poblaciones en riesgo.

Si bien la tecnología actual es lo suficientemente aceptable, aún puede ser mejorada con el fin de aumentar la eficiencia del programa de fortificación. En las refineras existentes, el espacio donde se pueden instalar los dosificadores con frecuencia es limitado. La distribución del equipo de futuras plantas debería tomar medidas para superar esta restricción.