

Avances en el proceso de fortificación de azúcar con vitamina A en Centroamérica¹

Omar Dary²

Publicación INCAP PCE/039

La fortificación de azúcar con vitamina A fue adoptada por varios países de Centroamérica como principal estrategia para reducir la deficiencia de este nutriente en los años setenta. Sin embargo, después de algunos años de ejecución, la fortificación fue descuidada. Estudios nacionales realizados a finales de los años ochenta y principios de los noventa revelaron que la hipovitaminosis A continuaba siendo un problema de salud pública ampliamente difundido en Guatemala, El Salvador, Honduras y Nicaragua. Esta situación estimuló el resurgimiento y fortalecimiento de los programas nacionales de fortificación de azúcar. La experiencia acumulada en los pasados tres años confirma la factibilidad técnica de esta fortificación, así como su mayor seguridad, eficacia y carácter práctico sobre otro tipo de intervenciones.

Una condición esencial para el éxito de este programa es el establecimiento de un sistema de control de calidad que sea fiable y permanente, con el cual se garantice que los hogares reciban las cantidades suficientes de vitamina A por medio del azúcar para completar la suministrada por la dieta. Actualmente, se está implementando un sistema de control de calidad a tres niveles: producción, supervisión estatal y vigilancia por la comunidad. El INCAP ha desarrollado metodologías analíticas apropiadas para apoyar las acciones de control en cada uno de estos tres niveles. Se conjetura que un programa de fortificación de azúcar con vitamina A, óptimamente ejecutado, haría innecesario un programa de suplementación preventiva. No obstante, siempre se recomienda mantener la vigilancia y mejorar el suministro natural de vitamina A de los menores de 3 años y mujeres lactantes.

La deficiencia de vitamina A en Centroamérica es principalmente del tipo subclínico o marginal. No obstante, a veces aparecen cuadros clínicos característicos de xeroftalmía en casos de desnutrición proteinoenergética, asociados o no con afecciones infecciosas como sarampión o diarreas. Las causas de la deficiencia son la dieta pobre en grasa y retinol—o sus precursores carotenoides— y la alta incidencia de parasitismo intestinal y enfermedades diarreicas y respiratorias. La hipovitaminosis A fue reconocida como problema de salud pública en todos los países de la subregión en las encuestas nutricionales nacionales realizadas de 1965 a 1967 (1), tanto por

medio de estimaciones dietéticas como por los niveles bajos de retinol sérico (cuadro 1). Un comité de expertos (OMS/UNICEF) reunido en noviembre de 1992 (véase páginas 567 a 573 de este número del *Boletín*) ha sugerido que niveles inferiores a 0,70 $\mu\text{mol/L}$ (20 $\mu\text{g/dL}$) de retinol sérico (o plasmático) en más de 10% de la población son indicativos de deficiencia poblacional importante de vitamina A.

El INCAP propuso reducir la deficiencia de vitamina A por medio de la fortificación del azúcar con dicha vitamina, para lo cual desarrolló el proceso y las metodologías de control de calidad y demostró la validez tecnológica y biológica de la medida (2). El impacto biológico se evaluó en 12 comunidades rurales de Guatemala, mediante encuesta dietética, examen ocular, estimación de retinol en suero y leche humana y determinación de reservas hepáticas de retinol en personas fallecidas por causas accidentales.

¹ El trabajo experimental reciente sobre la fortificación de azúcar con vitamina A ha sido financiado en parte por ROCAP/AID mediante el proyecto 596-0169 al Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá (INCAP).

² INCAP, Apartado postal 1188, Guatemala, Guatemala.

CUADRO 1. Prevalencia porcentual de hipovitaminosis A —retinol sérico por debajo de 0,70 $\mu\text{mol/L}$ (20 $\mu\text{g/dL}$)— en niños centroamericanos (1965–1967)

	Edad (años)	
	0 a 4	5 a 9
Guatemala	26,2	16,2
El Salvador	43,5	43,5
Honduras	39,5	29,0
Nicaragua	19,8	18,5
Costa Rica	32,5	25,6
Panamá	18,4	12,1

Fuente: Ref. 1.

El cuadro 2 muestra los cambios en los niveles séricos de retinol en preescolares, según los datos obtenidos en ese estudio. El cuadro muestra datos de casos con menos de 1,05 $\mu\text{mol/L}$ de retinol sérico, ya que se están acumulando pruebas indicativas de que ese podría ser el punto de referencia fisiológico a partir del cual las reservas hepáticas comienzan a agotarse. Ese valor es el límite entre los casos que responden o no al mejoramiento de la ingesta de vitamina A (3).

Se seleccionó el azúcar como vehículo de fortificación porque esta sustancia es consumida habitualmente por la población en riesgo; su consumo per cápita por toda la población es poco variable, lo que asegura que la cantidad de nutriente que se recibe está dentro de un margen seguro; el azúcar fortificado y los alimentos en los que se utiliza mantienen sus propiedades organolépticas; el nutriente es razonablemente estable y no se segrega del vehículo alimentario bajo condiciones normales de almacenamiento y uso; el nutriente es fisiológicamente disponible, es

decir, que es absorbido y utilizado por el organismo humano; y el costo del proceso y de los insumos es razonablemente bajo (2). El nivel de fortificación seleccionado fue de 15 μg (50 UI) de retinol por gramo de azúcar, con el fin de suministrar a preescolares de áreas rurales la ingesta diaria total entonces recomendada por FAO/OMS, 300 μg (≈ 1000 UI). Se estimó un promedio de ingesta diaria de azúcar en preescolares de 20 g (4).

El proceso de fortificación de azúcar con vitamina A se lleva a cabo en dos etapas. En primer lugar, se prepara una premezcla de azúcar con una concentración de retinol 1 000 veces mayor a la que contendrá el producto final, más un margen adicional de 10%, para compensar cualquier pérdida del nutriente durante el proceso. En la segunda etapa se agrega la premezcla al azúcar producido en los ingenios, inmediatamente antes de su secado. La premezcla se prepara con azúcar y un compuesto de palmitato de retinol, en una matriz hidromiscible que contiene sustancias preservantes y protectoras (preparación conocida como CWS-250), aceite vegetal con bajo índice de peróxidos que actúa como adherente entre el cristal de azúcar y el compuesto de vitamina A, y un antioxidante para reducir la peroxidación del aceite.

El proceso de fortificación de azúcar recibió apoyo legislativo y político en Guatemala, Honduras, Costa Rica y Panamá en la década de los setenta. Honduras ha mantenido el proceso con ciertas interrupciones y cobertura limitada hasta el presente, mientras que en el resto de los países, la fortificación se interrumpió por diversas razones después de llevarse a cabo durante dos o tres

CUADRO 2. Niveles de retinol sérico en preescolares de áreas rurales de Guatemala durante la fortificación de azúcar con vitamina A (1976–1977)

Período	Tamaño muestral	%	
		<0,70 $\mu\text{mol/L}$ (<20 $\mu\text{g/dL}$)	<1,05 $\mu\text{mol/L}$ (<30 $\mu\text{g/dL}$)
Octubre–noviembre 1975 (línea basal)	543	22	56
Abril–mayo 1976	585	14	49
Octubre–noviembre 1976	644	5	31
Abril–mayo 1977	676	11	39
Octubre–noviembre 1977	721	9	45

Fuente: Ref. 2.

años. Guatemala reinició la fortificación en la zafra de 1987–1988 y El Salvador la adoptó a partir de 1990.

DEFICIENCIA DE VITAMINA A

La crisis sociopolítica y económica que sufrió Centroamérica durante los años ochenta y los hallazgos del beneficio que sobre la supervivencia infantil tiene el aliviar la deficiencia de vitamina A (5) hicieron resurgir el interés por conocer el estado nutricional de esta vitamina en la población centroamericana. Con la excepción de Costa Rica, se cuenta con resultados epidemiológicos recientes de los demás países centroamericanos. Los datos de El Salvador, Honduras, Nicaragua y Panamá provienen de encuestas alimentario-nutricionales nacionales en las que entre otras cosas se evaluó el estado nutricional respecto a la vitamina A. Los datos de Guatemala y Belice proceden de investigaciones de ámbito nacional que, sin el rigor de muestreo de una encuesta epidemiológica, presentan no obstante la suficiente cantidad de información para considerarlas representativas de la situación en estos países. Los datos de retinol plasmático (cuadro 3) y de consumo muestran que la hipovitaminosis A continúa siendo un problema importante de salud pública en Guatemala, El Salvador, Honduras y Nicaragua. En Panamá la deficiencia está circunscrita a grupos indígenas aislados (9) y puede suponerse que lo mismo

ocurre en Costa Rica. La situación de Belice es intermedia.

Comparando los datos recientes con los obtenidos durante las encuestas nutricionales de los años sesenta puede afirmarse que, previo al reinicio de la fortificación de azúcar con vitamina A, el estado nutricional de este nutriente continuaba sin cambios en Guatemala y El Salvador. En Nicaragua sufrió un franco deterioro y en Panamá, y posiblemente en Costa Rica, ha mejorado. En Honduras la situación es menos grave que en los años sesenta, pero todavía no ha mejorado lo suficiente como para que deje de ser un problema de salud pública. Esta situación justifica que la fortificación de azúcar con vitamina A sea obligatoria y universal para los países del Norte de la subregión.

SITUACIÓN DE LOS PROGRAMAS NACIONALES DE FORTIFICACIÓN DE AZÚCAR

Tecnología

En 1994, la fortificación de azúcar se lleva a cabo en Guatemala, El Salvador y Honduras, donde se fortifica respectivamente 100%, 40% y 30% de toda la producción de azúcar para consumo interno; esto representa aproximadamente 320, 70 y 50 millones de kilogramos, respectivamente. En los tres países se encuentran en operación plantas elaboradoras de premezcla, que satisfacen razonablemente bien las normas de eficiencia y calidad. En El Salvador y Honduras no se ha

CUADRO 3. Datos recientes de estado nutricional referente a la vitamina A en Centroamérica, expresados por medio del porcentaje de personas con niveles bajos y marginales de retinol sérico

País	Retinol		Año	Referencia
	<0,70 $\mu\text{mol/L}$ (<20 $\mu\text{g/dL}$)	<1,05 $\mu\text{mol/L}$ (<30 $\mu\text{g/dL}$)		
Guatemala	22	46	1988	6
El Salvador	36	58	1988	7
Honduras	18	55	1987	*
Nicaragua	31	67	1993	8
Panamá	6	30	1992	9
Belice	10	...	1990	10

* Datos preliminares de Barahona F, Soto J, O'Connor G y Madariaga A. *Encuesta Nacional sobre Micronutrientes, Honduras-1987; 1994.*

incorporado el control de calidad de la fortificación en el sistema de producción, función que cumplen actualmente los laboratorios de control de alimentos de los ministerios de salud.

Menos en uno de los ingenios, en Honduras la premezcla se añade al azúcar recién producida por medios manuales; la operación se lleva a cabo con una dosificadora mecánica en los ingenios de El Salvador y en todos los de Guatemala excepto uno. En el proceso manual el operador agrega, con el auxilio de un recipiente adecuado, la cantidad de premezcla necesaria, proporcional a la cantidad de azúcar producida en cada centrífuga. Este procedimiento se efectúa inmediatamente antes de detener la centrífuga previamente a la descarga del azúcar sobre una banda transportadora hacia la turbina de secado. La variación de la concentración de vitamina conseguida por el procedimiento manual es de 10 a 25%. La introducción de dosificadores automáticos redujo la homogeneidad de la concentración de vitamina A en el producto final, llegando a obtenerse variaciones del doble y hasta del triple de la variación registrada con el proceso manual, como se determinó en Guatemala³ y en Honduras.⁴ Esta mayor variación se debe al poco control que se tiene sobre una máquina simple de dosificación continua. Sin embargo, la calidad del proceso y del producto ha ido mejorando paulatinamente, como muestra el cuadro 4, en el que se presenta el contenido de vitamina A de muestras obtenidas en hogares de diferentes regiones de Guatemala. Actualmente, se está tratando de introducir dosificadores automáticos más controlables, que permitan reproducir y mejorar la eficiencia del proceso manual.

³ Peláez I. Determinación del grado de eficiencia de la actual dosificación de vitamina A en el azúcar de Guatemala, y alternativas para su mejoramiento. Tesis de licenciatura, Escuela de Ingeniería Química, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala. Pendiente de publicación.

⁴ Murillo P. Evaluación del proceso de fortificación de azúcar con vitamina A en Honduras. Tesis de licenciatura, Escuela de Ingeniería Química, Universidad Nacional de Honduras, 1993.

CUADRO 4. Evolución de la calidad de la fortificación de azúcar en Guatemala. Muestras obtenidas en hogares

Concentración de vitamina A en el azúcar fortificado (µg/g)	% de muestras en cada intervalo			
	1991 Rural	1991 Urbano	1992 Urbano	1993 Rural
< 1,5	52	32	17	13
1,5 a 5,9	41	35	33	29
6,0 a 11,9	7	29	36	58
12,0 a 17,9	...	3	8	...
≥ 18,0	...	1	6	...
≥ 6,0	7	33	51	58
Promedio*	3	6	7	6
No. de muestras	48	22	105	31

* Promedio de concentración de vitamina A (en µg/g) en las muestras estudiadas.

Legislación

De los tres países que fortifican el azúcar, en Guatemala se ha revisado y aprobado la legislación respectiva que está en proceso de revisión en los otros dos. En esta legislación se estipula, entre otras cosas, que el azúcar fortificado debe contener al finalizar su producción entre 10 y 20 µg de vitamina A por gramo, con un promedio de 15 µg/g. Los sacos de premezcla deben estar adecuadamente rotulados con número de lote, fecha de producción y aviso de que el producto no es apto para consumo humano. Los sacos de azúcar han de llevar un rótulo que señale que el azúcar contiene vitamina A, pero se prohíbe sacar provecho comercial de esta característica, lo que significa que no pueden atribuirse al azúcar fortificado beneficios para la salud con el propósito de incrementar su compra y consumo. La legislación también asegura incentivos fiscales para la importación de insumos y equipo y que el costo directo del proceso sea asumido por los productores, aunque implícitamente se entiende que ese costo lo sufraga el consumidor. El azúcar importado debe satisfacer los requisitos de fortificación exigidos para el azúcar de consumo interno. En Honduras, donde se acepta la producción de azúcar industrial sin fortificar, se están incluyendo en la legislación las normas necesarias para poder dife-

renciarlo claramente del azúcar fortificado para consumo doméstico.

Eficacia en función del costo

En Guatemala, la eficacia según el costo de la fortificación y otras intervenciones (suplementación, promoción de huertos y educación nutricional) ha sido estimada recientemente por un equipo multidisciplinario de la Corporación de Investigación Universitaria y el Instituto Internacional de Ciencia y Tecnología (11). Si el azúcar llega a los hogares con un contenido de vitamina A de al menos 7 $\mu\text{g/g}$ y si la dieta suministra diariamente por lo menos 200 μg de equivalentes de retinol por persona, la fortificación determina que todas las familias satisfagan más de 90% de las necesidades de ingesta diaria recomendada de este nutriente. Este estudio también sugiere que la fortificación de azúcar es la estrategia más favorable por su eficacia según costo: US\$ 0,98 por persona y año. Además, esta es la intervención de mayor cobertura y la menos compleja de implementar y mantener. La suplementación preventiva no solo implica un costo mayor, sino que es más compleja de establecer para llegar a grandes segmentos de población. Por suplementación preventiva se entiende la administración de dosis altas de retinol, usualmente 200 000 UI en presentación aceitosa, cada 3 a 4 meses, a todos los individuos de las poblaciones en riesgo. La educación nutricional y la promoción de huertos familiares es la estrategia de mayor costo, si se considera únicamente como estrategia para suministrar vitamina A, pero supone otras ventajas, tanto nutricionales como económicas y ecológicas, por lo que debería impulsarse simultáneamente con las otras dos intervenciones.

La eficacia según costo del azúcar fortificado, mencionada en el párrafo anterior, se estimó considerando aisladamente los beneficios para las personas en riesgo. Sin embargo, si el costo se estima teniendo en cuenta todas las personas que reciben vitamina A por esta vía, se reduce a US\$ 0,29 por persona y año; de esa cantidad 97% constituye el costo de la vitamina A y el resto sufraga otros in-

sumos, equipo, personal y actividades de control de calidad. En Guatemala, se estima un gasto anual de US\$ 2,4 millones para producir 320 millones de kilogramos de azúcar fortificado, lo que representa US\$ 0,0075 por kilogramo de azúcar producido. Según los precios del azúcar vigentes en 1994, esto significa que la fortificación incrementa en 1,6% el precio final del azúcar para el consumidor. Se estima que una familia rural pobre de 6 miembros compra 100 kg de azúcar por año y que, si se cumplen las condiciones de calidad de la fortificación y composición de la dieta mencionadas anteriormente, con ello cubre sus necesidades nutricionales de vitamina A. Según estas estimaciones, el grupo social expuesto a mayor riesgo de hipovitaminosis está pagando US\$ 0,13 por persona y año para tener acceso a la cantidad necesaria de vitamina A. Esto significa que las familias de mayores ingresos y las industrias que usan azúcar están subsidiando más de 85% del costo de esta intervención.

Impacto biológico

Aunque aún hay que determinar el impacto biológico que el programa de fortificación de azúcar está teniendo actualmente en la población, varios resultados apuntan a conclusiones similares a las obtenidas por Arroyave y colaboradores en los años setenta (2). Según Pineda (6), en muestras de preescolares residentes en áreas de ingenios azucareros guatemaltecos, los porcentajes de casos con niveles de retinol sérico inferiores a 0,70 $\mu\text{mol/L}$ (20 $\mu\text{g/dL}$) y 1,05 $\mu\text{mol/L}$ (30 $\mu\text{g/dL}$) descendieron de 26,4 a 8,1%, y de 53,8 a 27,1%, respectivamente. Más recientemente, en la obtención de una línea basal de un estudio cooperativo UNICEF/INCAP para evaluar el efecto nutricional de la comida en la escuela, en escolares de 6 a 8 años del área rural (cuyos valores de retinol sérico son mayores pero muy cercanos a los de los preescolares, véase cuadro 1) los porcentajes para los niveles de retinol plasmático arriba mencionados fueron 12,9 y 28,2%, respectivamente. Esto indica que, a pesar de estar operando a niveles subóptimos, la fortificación

está teniendo un efecto beneficioso evidente en el aumento de los niveles plasmáticos de vitamina A en la población.

Seguridad en el suministro de vitamina A

Proveer vitamina A por medio del azúcar presenta una gran ventaja sobre la suplementación, al eliminar prácticamente la posibilidad de toxicidad. Al máximo nivel de fortificación permitido (20 $\mu\text{g/g}$), se necesitaría consumir 150 g de azúcar por día para recibir 3 000 μg (10 000 UI) de vitamina A. El máximo consumo per cápita de azúcar registrado por el INCAP (4) durante la implementación del programa de fortificación fue de 117 g. Sin embargo, para garantizar que nunca se rebase el límite de los 3 000 μg de suplementación de vitamina A por día, especialmente durante el embarazo, debe divulgarse que, cuando se consume mucho azúcar, hay que evitar tomar productos vitamínicos que contengan retinol.

Se puede conjeturar que un programa universal de fortificación del azúcar que se ejecuta óptimamente hace innecesaria la práctica de suplementación preventiva. Esta intervención quedaría únicamente para el tratamiento de casos clínicos o poblaciones muy aisladas que no consuman azúcar. Sin embargo, siempre debe mantenerse estrecha vigilancia en tres grupos de alto riesgo —menores de 1 año sin lactancia materna, niños de 1 a 3 años y mujeres lactantes— ya que puede darse el caso de que la cantidad de azúcar consumida por estos grupos, en los estratos más pobres de la población, sea insuficiente para completar las dietas normales y asegurar la ingesta diaria recomendada del nutriente.

Evaluación de la estabilidad de la vitamina A en el azúcar

Algunos productores de azúcar de Guatemala y Honduras sospechan que la vitamina A se pierde durante el secado del azúcar, por el efecto combinado del viento y el

calor. Por otro lado, una de las razones dadas en los años setenta por los azucareros de Panamá para dejar de fortificar fue que se desconocía el grado de estabilidad de la vitamina en el tipo de azúcar y condiciones climáticas propias del país. En estudios realizados por el INCAP (4) la vitamina A se conservó sin pérdida cuando el azúcar se sometió 10 minutos a 105 °C, temperatura más elevada que la de las turbinas de secado. En la ciudad de Guatemala, el azúcar almacenado durante 9 meses en los mismos sacos donde se empaquetaba en los ingenios retenía de 70 a 85% de la potencia de la vitamina A, lo cual es razonable para un producto de esta naturaleza. Sin embargo, con el propósito de despejar cualquier duda al respecto, se decidió revisar estos aspectos.

Por medio de análisis de balance de masas se determinó en ingenios de Guatemala⁵ y Honduras⁶ que, del total de vitamina A contenido en la premezcla, se transfiere al azúcar fortificado de 80 a 95%. Esto confirma la estabilidad del compuesto de vitamina A utilizado en la fortificación, que resiste admirablemente las drásticas condiciones de humedad, temperatura, viento e iluminación, características del proceso de producción de azúcar. La poca vitamina A que se pierde queda en el polvo de azúcar conocido como polvillo, que se separa del azúcar debido al flujo de aire durante el secado. La premezcla se elabora con un 10% de exceso de concentración de vitamina A para compensar esta pérdida.

Los estudios de estabilidad realizados en azúcar almacenado en ingenios de Panamá⁷ y en hogares de Guatemala⁸ muestran que la vitamina A del compuesto utilizado para la fortificación del azúcar se conserva mejor a humedad relativa y temperatura ambiental

⁵ Peláez I. Véase nota 3 al pie de p. 532.

⁶ Murillo P. Véase nota 4 al pie de p. 532.

⁷ De Gracia M, Murillo E. Grupo Técnico Básico del INCAP en Panamá. *Estabilidad de la vitamina A en azúcar fortificada*. Pendiente de publicación.

⁸ Morales de Canahui E. *Estabilidad de la vitamina A en el azúcar fortificada de Guatemala*. Tesis de licenciatura, Departamento de Química, Universidad del Valle de Guatemala. Pendiente de publicación.

bajas. La calidad del azúcar (refinado o blanco sulfitado), el tipo del envase (transparente u opaco) o su tamaño (0,5 a 50 kg), y la posición del azúcar dentro del saco (extremo superior o inferior) no parecen tener efecto sobre la estabilidad de la vitamina A. La vida media⁹ estimada en esos estudios (250 a 550 días) es adecuada para un nutriente de este tipo, sobre todo si se considera que el azúcar se almacena menos de 8 meses, período que transcurre entre zafra y zafra. Por otro lado, en la peor de las condiciones ambientales estudiadas (Tiquisate, en Guatemala) el azúcar se deterioró antes de perder su contenido de vitamina A.

Los estudios recientes de estabilidad confirman que el compuesto de vitamina A utilizado para la fortificación se conserva razonablemente bien durante la producción, almacenaje y uso del azúcar. Según estos resultados, la meta que se sugiere alcanzar en el programa de fortificación, en cualquier época del año y en cualquier hogar, es un contenido de vitamina A de 5 µg o más por gramo de azúcar. Con ese nivel mínimo se asegura que el promedio ponderado de concentración de vitamina A en el azúcar durante el año sea por lo menos 10 µg/g, ya que el nivel mínimo se alcanza solo al final del período de almacenamiento del azúcar, tal y como infirieron los investigadores panameños.¹⁰

Mejoramiento de sistemas de control de calidad

El éxito de los programas de fortificación depende sensiblemente de la existencia de mecanismos de control que sean eficientes, confiables y permanentes. En Centroamérica se está impulsando el establecimiento de tres tipos de sistemas de control. El control en la producción tiene por objeto implementar medidas correctivas inmediatas durante

⁹ Este valor suele abreviarse $T_{1/2}$. En inglés se habla de *half-life*, por lo que se ha recomendado denominarlo semivida, ya que indica el período en que la concentración de sustancia se reduce a la mitad (*N. del ed.*).

¹⁰ Véase nota 7 a pie de p. 534.

la elaboración del producto. El control estatal pretende que los productores, distribuidores y comerciantes compitan en igualdad de condiciones cumpliendo los requisitos legales estipulados. El control a nivel de consumidores garantiza que el sistema funcione libre de corrupción y confirma que la vitamina A llega a los hogares en cantidad adecuada. Este tipo de control se está implementando por medio de los maestros de escuela, que solicitan a sus alumnos muestras de azúcar para remitirlas a laboratorios independientes del sistema de supervisión estatal, entre ellos los de las universidades.

Los laboratorios del INCAP han adaptado y desarrollado una serie de técnicas analíticas que permiten realizar el control en cualquier condición. La metodología de laboratorio incluye un procedimiento colorimétrico semicuantitativo que puede interpretarse a simple vista, varios procedimientos basados en la extracción de la vitamina en solventes orgánicos y su cuantificación mediante espectrofotometría UV/visible, y un procedimiento altamente específico que requiere un aparato de cromatografía líquida de alta resolución (HPLC) (12). La selección de un método u otro depende de la infraestructura y los recursos existentes, pero todos los métodos son suficientemente confiables para establecer un sistema de control de calidad.

CONCLUSIÓN

La fortificación de azúcar con vitamina A es la intervención más efectiva y eficiente para reducir la deficiencia de este micronutriente en Guatemala, El Salvador, Honduras y Nicaragua, donde la hipovitaminosis A es frecuente. Otros países con condiciones nutricionales similares y que cuenten con una infraestructura mínima de industria azucarera podrían considerar la implementación de este programa. La intervención también podría ser útil para suministrar este nutriente a poblaciones aisladas y geográficamente delimitadas, mediante la producción y distribución local de azúcar fortificado.

Un programa de fortificación de azúcar con vitamina A, óptimamente ejecutado, ha-

ría innecesario un programa de suplementación preventiva. Sin embargo, es recomendable que el programa de fortificación vaya acompañado de la promoción de la lactancia materna durante el primer año, así como de la adopción de preparaciones alimenticias ricas en vitamina A para niños menores de 3 años y la posible suplementación con vitamina A de la dieta de la mujer lactante durante el primer mes del puerperio, si el consumo de azúcar de la puérpera es inferior a 60 g/día y su dieta suministra menos de 200 µg/día de equivalentes de retinol. La suplementación con dosis altas de vitamina A se reservaría para grupos en alto riesgo de zonas que no reciben el azúcar fortificado, y para el tratamiento de casos de xeroftalmía, sarampión y desnutrición proteinoenergética. Junto con el programa de fortificación, debería promoverse el consumo de alimentos ricos en vitamina A, debido a los otros beneficios nutricionales y educacionales involucrados.

AGRADECIMIENTO

El autor agradece las correcciones y comentarios proporcionados por los doctores José Obdulio Mora y Guillermo Arroyave, que mejoraron mucho el contenido y la presentación de este documento.

REFERENCIAS

1. Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá, Comité Interdepartamental de Nutrición para la Defensa Nacional. *Nutritional evaluation of the population of Central America and Panama: Regional summary*. DHEW Publication No. HSM 72-8120. Washington, DC: U.S. Department of Health, Education and Welfare; 1972.
2. Arroyave G, Aguilar JR, Flores M, Guzmán MA. *Evaluación del Programa Nacional de Fortificación de Azúcar con Vitamina A*. Organización Panamericana de la Salud, Washington DC; 1979. (Publicación Científica No. 384).
3. Flores H. Serum vitamin A distribution curve for children aged 2–6 known to have adequate vitamin A status: a reference population. *Am J Clin Nutr* 1991;54:707–711.
4. Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá. *Fortification of sugar with vitamin A in Central America and Panama*. Washington, DC: Office of Nutrition, Technical Assistance Bureau, U.S. Agency for International Development; 1974. (Publicación INCAP V-36).
5. Sommer A. New imperatives for an old vitamin (A). *J Nutr* 1989; 119:96–100.
6. Pineda O. Erradicación de la deficiencia de vitamina A en Guatemala. En: *Memorias del XII Congreso de Nutrición de Centroamérica y Panamá y IV Congreso Nacional de Guatemala*, Guatemala: 1990: 107–116.
7. El Salvador, Ministerio de Salud Pública; Asociación Demográfica Salvadoreña; Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá. *Evaluación de la situación alimentario-nutricional de El Salvador 1988*. El Salvador: 1990.
8. Nicaragua, Ministerio de Salud Pública; USAID; Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá; Organización Panamericana de la Salud. *Encuesta nacional sobre deficiencia de micronutrientes en Nicaragua, 1993*. Managua: Ministerio de Salud Pública; 1994.
9. Panamá, Ministerio de Salud Pública, Departamento de Nutrición y Dietética. *Encuesta nacional de vitamina A*. Panamá: Ministerio de Salud Pública; 1992.
10. Mora JO. Situación actual de la deficiencia de vitamina A en América Latina y el Caribe, 1993. En: *Memorias del Tercer Taller Regional sobre deficiencias de vitamina A y otros micronutrientes en América Latina y el Caribe, Recife, Brasil, 1993*. International Science and Technology Institute (ISTI)/Vitamin A Field Support Project (VITAL), Informe No. IN-14, pp. 41–44; 1993.
11. Suárez R, Phillips M, Sanghvi T, McKigney J, Wickham C, Márquez L, et al. *Marco conceptual para evaluar el costo y la eficacia de tres intervenciones para aumentar el consumo de vitamina A en Guatemala*. University Research Corporation/Instituto Internacional de Ciencia y Tecnología (ISTI) (en prensa).
12. Pirir G, Dary O. *Manual de metodologías analíticas para el control de calidad del azúcar fortificada con vitamina A*. Guatemala: Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá (en prensa).

ABSTRACT

Progress in the Fortification of Sugar with Vitamin A in Central America

Fortifying sugar with vitamin A was adopted by various Central American countries as their main strategy for reducing vitamin A deficiency in the seventies, but after being in effect a few years, such fortification became lax. Nationwide studies from the late eighties and early nineties showed that vitamin A deficiency was still a widely prevalent public health problem in Guatemala, El Salvador, Honduras, and Nicaragua. The situation led to the reappearance and strengthening of national programs for the fortification of sugar. Experience gathered over the past three years confirms the fact that such fortification is technically feasible and that

it is safer, more effective, and more practical than other types of interventions.

Essential to the success of this program is the establishment of a reliable and permanent quality control system for guaranteeing that, through sugar, households receive vitamin A in sufficient amounts to complete an adequate dietary supply.

At present a quality control system is being implemented at three levels: production, government supervision, and community monitoring. INCAP has developed analytical methodologies that are fit to support control measures in each of these three levels.

It is surmised that a program aimed at fortifying sugar with vitamin A, if optimally executed, would render a preventive supplementation program unnecessary. However, constant monitoring and supplementation of natural sources of vitamin A are always recommended in children under 3 and lactating mothers.

Antecedentes históricos en el estudio de la nutrición de hierro

La aplicación del método científico al estudio de la nutrición de hierro comenzó probablemente con la demostración, ya en el siglo XVIII, de que era un componente importante de la sangre. Menghini, por ejemplo, prestó atención al contenido de hierro en la sangre y mediante un sencillo experimento demostró que podían separarse con un imán partículas procedentes de la sangre seca y pulverizada. El amplio uso terapéutico de los comprimidos de hierro se inició en 1832, después del informe de Blaud sobre la eficacia de este tratamiento en mujeres jóvenes en las que "falta la materia colorante de la sangre".

Fuente: Peter R. Dallman. Hierro. En: Organización Panamericana de la Salud. *Conocimientos actuales sobre nutrición*. 6ª ed. (Publicación científica 532). Washington, D.C.: OPS;1991:277.