



# MANUAL DE OPERACIONES PARA LA FORTIFICACION DEL AZUCAR CON VITAMINA "A"

INSTITUTO DE NUTRICION DE CENTRO AMERICA Y PANAMA

Publicación INCAP E-853

Guatemala, 1975

***El Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP) es un organismo de carácter científico, afiliado a la Organización Panamericana de la Salud (OPS), que sirve como centro especializado de la Organización para estudiar los problemas nutricionales de la Región, buscar medios de solucionarlos, y colaborar mediante asesoría técnica a los Gobiernos Miembros para hacer efectivas las medidas recomendadas con este propósito. Mediante su extenso programa de adiestramiento contribuye también a la capacitación de personal profesional y técnico en diferentes aspectos de la nutrición y ciencias de los alimentos.***

***Los Países Miembros del INCAP son Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua y Panamá. El Instituto funciona bajo la dirección administrativa de la Oficina Sanitaria Panamericana, Oficina Regional de la Organización Mundial de la Salud, de acuerdo a su convenio constitutivo vigente.***

**MANUAL DE OPERACIONES PARA LA FORTIFICACION  
DE AZUCAR CON VITAMINA "A"**

**Dr. Guillermo Arroyave, Jefe de la División de Química  
Fisiológica, INCAP**

**Dr. Juan Rodolfo Aguilar, Jefe del Departamento de  
Nutrición/DIMIF, Ministerio de Salud Pública  
y Asistencia Social, Guatemala**

**Ing. Eusebio Portela, Gerente y Superintendente de  
Producción y Mantenimiento y Servicios Conexos  
Ingenio El Salto S.A., Escuintla, Guatemala**

**Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá  
Guatemala, 1975**

## PROLOGO

Con el objeto de facilitar la ejecución del proceso de fortificación de azúcar con vitamina A en los ingenios azucares, se elaboró el presente "MANUAL DE OPERACIONES", en el cual se han incorporado las experiencias logradas durante la fase inicial del programa de fortificación a nivel nacional en Guatemala y Costa Rica, con la colaboración de los Ingenieros y Técnicos Azucareros.

## 1. INTRODUCCION

La insuficiente ingesta de vitamina A afecta seriamente a un sector muy considerable de la población del área centroamericana. Esto puede traer como consecuencia alteraciones del crecimiento en general; afecta la utilización de las proteínas de la dieta y al alterar la integridad de los epitelios facilita la infección. El ojo también es afectado por esta deficiencia y el daño más severo es la ceguera permanente por perforación y cicatrización de la córnea.

El número de individuos (especialmente menores de 15 años) en "alto riesgo" de tener las secuelas permanentes de la deficiencia de vitamina A es elevado y se calcula en más de millón y medio de centroamericanos.

La solución permanente al problema estribaría en el consumo de mayores cantidades de vitamina A contenida en los alimentos. Sin embargo, las fuentes dietéticas de esta vitamina son escasas y caras (huevos, leche, hígado, etc.). Las hojas verdes y vegetales amarillos, son alimentos que contienen carotenos (provitamina A), son más disponibles, pero en la práctica su consumo es bajo.

Como una medida de rápida aplicación para solucionar este problema el INCAP desarrolló un procedimiento para agregar vitamina A al azúcar. Para ello se hicieron investigaciones y ensayos exhaustivos, tomando en cuenta las necesidades de la población, la factibilidad de agregar dicha vitamina al azúcar sin que se alterasen sus características, las proyecciones del beneficio que esta medida representa y, no menos importante la inocuidad completa de la vitamina agregada en los bajos niveles de fortificación propuestos.

## 2. PROCESO SENCILLO PARA EL AGREGADO DE LA VITAMINA A A NIVEL INDUSTRIAL

Qué es la premezcla? Es una mezcla de azúcar blanca de primera calidad con vitamina A hidrodispersable, apta para consumo humano, preparada en tal forma que los dos compuestos estén homogéneamente distribuidos y que asegure que la vitamina A no se separa o segrega del azúcar fortificada. Su potencia es de 15,000 microgramos (50,000 U. I.) por gramo. Se agrega al azúcar en la proporción de 46 gramos por quintal ó 50 gramos por saco de 50 kilogramos, resultando en un azúcar fortificada que contiene 15 microgramos (50 U. I.) por gramo, cantidad que establece la ley.

Características, condiciones de preservación y manejo. Es un producto cristalino (cristal de azúcar) amarillo pálido de flujo fácil. Bajo condiciones normales es estable física y químicamente. Sin embargo, se recomienda almacenarla en el lugar más fresco y oscuro disponible, especialmente una vez que el envase ha sido abierto. No debe consumirse o ingerirse directamente ya que, su uso es estrictamente para la fortificación de azúcar con vitamina A. Se distribuye en sacos de polietileno (interior) y papel (exterior) de 25 kg. de peso neto.

Forma de agregarla en los ingenios. El agregado al azúcar se hace en la centrífuga de la línea de producción de azúcar blanca centrifugada y lavada, o refinada. Se agrega al final del ciclo de la centrifugación, después de haber terminado el lavado e inmediatamente antes de la descarga de la centrífuga. Se aconseja echarlo antes de que pare definitivamente la centrífuga para una mejor repartición en la capa de azúcar pero no es imprescindible pues de todas formas se va a repartir en el transportador debajo de la centrífuga y posteriormente en el elevador, secadora, etc., antes de llegar al saco. La cantidad a agregar se mide con una medida de plástico u otro material inoxidable construída de tal tamaño que, llena y rasada, contenga la cantidad requerida de acuerdo al peso de la carga de la centrífuga (equivalente de azúcar seca). Al descargar la centrífuga el azúcar pasa a la secadora donde se efectúa la mezcla perfecta. El mismo operador de la centrífuga puede efectuar el agregado a cada carga de centrífuga en el momento apropiado.

Forma de dosificar el agregado a la centrífuga. Como la premezcla tiene 15,000 microgramos y el azúcar debe resultar con un promedio de 15 microgramos, se debe agregar en la centrífuga 46 gramos por cada quintal de azúcar (proporción 1:1000). Para esto es necesario estimar el peso de la carga de las centrífugas, lo cual se puede hacer de varias maneras, las cuales aplicadas en conjunto, sirven para confirmarse unas a otras y obtener un dato promedio suficientemente preciso.

#### a) Cálculo teórico (geometría)

Se recomienda hacer una primera aproximación en base a los cálculos ilustrados con el siguiente ejemplo:

#### Determinación de capacidad teórica de azúcar en centrífugas de medidas 24" alto de tela por 42" diámetro

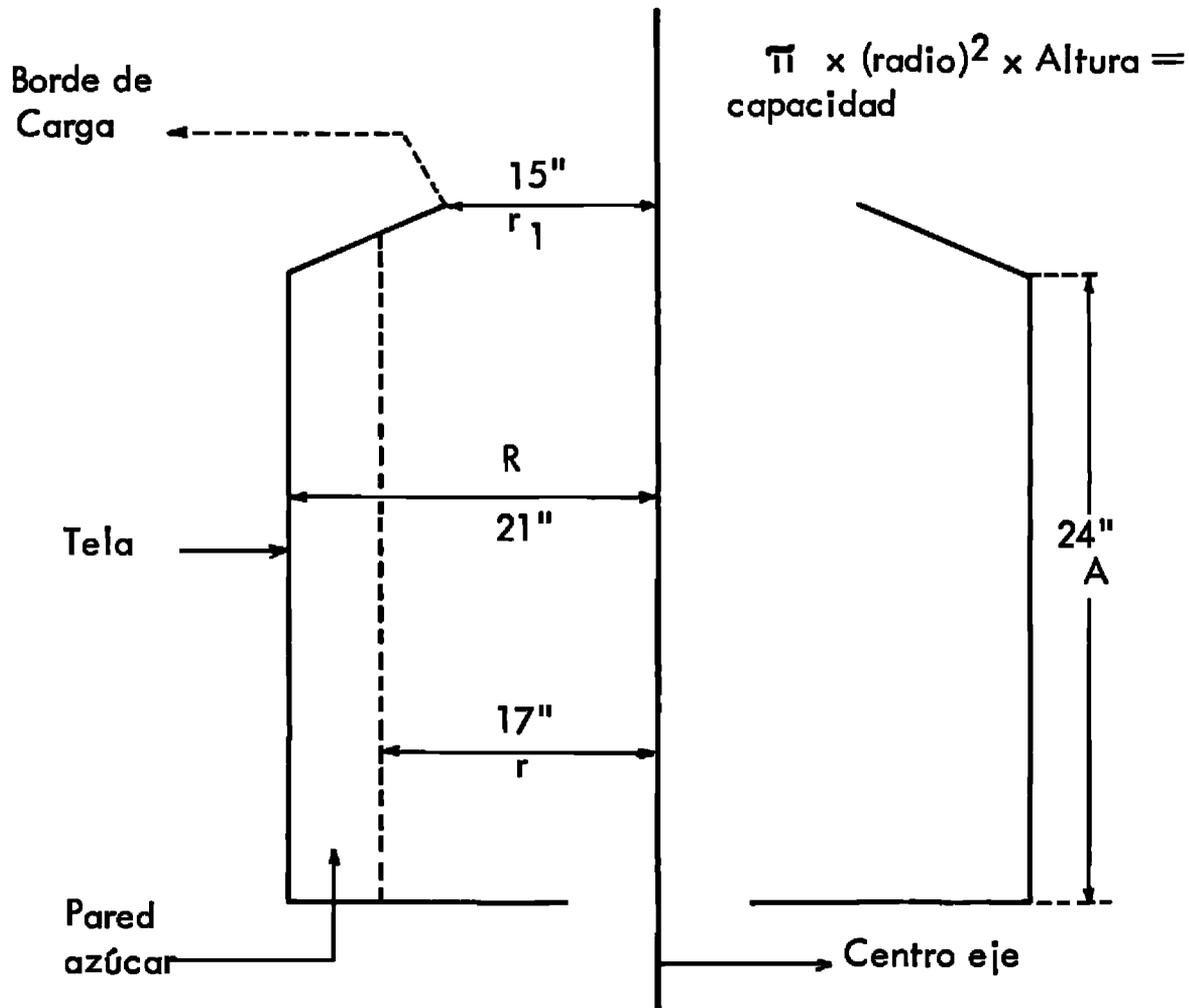
#### Método No. 1

Datos necesarios:

R = radio mayor, del centro del eje de la centrífuga a la tela: 21" = 1.74 pies (P).

r = radio del centro del eje de centrífuga a la pared de azúcar: promedio de varias cargas 17" = 1.41 pies

A = Alto de la tela: 24" = 2 pies.



(1)  $3.1416 \times (1.75)^2 \times 2 = 3.1416 \times 3.06 \times 2 = 19.22 \text{ P}^3$  Capacidad total

(2)  $3.1416 \times (1.41)^2 \times 2 = 3.1416 \times 1.98 \times 2 = 12.44 \text{ P}^3$  Capacidad residual

(3)  $19.22 - 12.44 = 6.78 \text{ P}^3$  de azúcar

A través de un promedio de pesadas se determinó que 1 pie cúbico de azúcar sulfitada seca tiene un peso de 55 libras.

Tendremos entonces que la capacidad en azúcar de los  $6.78 \text{ P}^3 \times 55 \text{ lbs.} = 3.72$  quintales de 100 lbs.

Como el azúcar sale de la centrífuga antes de pasar a secadora con una humedad promedio de 1%, tendremos entonces que la capacidad en azúcar seca de cada descarga de centrífugas de esta medida es de:  $3.72 \times 0.99 = 3.68$  qq de azúcar seca.

Para comprobar esta capacidad teórica se pesaron varias descargas de centrífugas dando promedio de 3.55 quintales de 100 lbs. o sea bastante próximo a la capacidad teórica. Se recomienda aplicar este método de pesada directa (promedio de varias descargas) como una confirmación de los cálculos.

### Método No. 2 (Alternativo)

Si se desea conocer teóricamente la carga de azúcar de la centrífuga en VACIO o sea sin purgar, entonces el cálculo sería el siguiente:

- (1)  $3.1416 \times (1.75)^2 \times 2 = 19.22 \text{ P}^3$       Capacidad total
- (2)  $3.1416 \times (1.25)^2 \times 2 = 9.80 \text{ P}^3$       Capacidad residual
- (3)  $19.22 - 9.80 = 9.42 \text{ P}^3$       Capacidad masa cocida

Dependiendo de varios factores como son: purezas, tamaño de grano, lavado en centrífugas, etc., se puede asumir que el 60 al 65% de la masa cocida es azúcar; tendremos entonces:  $9.42 \text{ P}^3 \times 65\% = 6.12 \text{ P}^3$  de azúcar. Peso promedio de 1 pie cúbico de azúcar sulfitada = 55 lbs; entonces:  $6.12 \text{ P}^3 \times 55 = 3.36$  quintales de 100 lbs. Menos el 1% de humedad en azúcar de centrífugas sería:  $3.36 \times 0.99 = 3.33$  quintales de 100 lbs. Como se ve hay una pequeña diferencia con la medida práctica con carga de azúcar en la centrífuga.

### b) Método estadístico

Contar el número de centrífugas botadas que producen un número determinado de quintales de azúcar (p. ej.: 1000 sacos de 100 lbs.); entonces,

$$\text{qq de azúcar blanca seca por centrífuga} = \frac{1000}{\text{No. de descargas de centrífuga correspondiente}}$$

### Control continuo

Una vez estimado así el peso de la descarga se construyen medidas apropiadas para la premezcla:

$$\text{Ejemplo:} \quad \begin{array}{l} \text{peso de descarga} \\ \text{de centrífuga} \end{array} = 3.60 \text{ qq.}$$

Entonces:  $3.60 \times 46 = 165.6$  (166 gramos de premezcla en números redondos).

Con estos datos se puede empezar la fortificación al inicio de la zafra. Durante el proceso se tiene la oportunidad de controlar continua y periódicamente si la estimación del peso de la descarga de centrífuga y la medida de premezcla fueron correctamente estimados, de la manera siguiente:

1 saco de 25 kg. de premezcla debe producir 543.5 qq de azúcar fortificada, (o 500 sacos de 50 kg.)

Puede entonces contarse en el ingenio el número de sacos de 1 qq de azúcar que salen al agotar un número adecuado de sacos de 25 kg. de premezcla. Por ejemplo, de 2 sacos de premezcla deberían salir 1087 qq. de azúcar. Si no salen en este número, la diferencia nos permite corregir la medida de premezcla a agregar. Por ejemplo: nos salieron 1530 qq. de azúcar.

$$\begin{array}{l} \text{Corrección:} \\ \text{medida de premezcla} \\ \text{estimada que se esta-} \\ \text{ba agregando (gramos)} \end{array} \times \frac{1530}{1087} = \text{medida corre-} \\ \text{gida (gramos)}$$

### Caso de templas reproducidas que no permiten carga completa de centrífuga

Como es natural toda esta operación es normal mientras las templas sean NORMALES EN SUS PUREZAS y por lo tanto se pueda llenar la centrífuga a su capacidad normal y óptima con masa cocida. Si por motivo de purezas bajas o de error en el departamento de tachos salen masas cocidas "reproducidas" y que por lo tanto no permitan llenar a capacidad normal la centrífuga y se tenga que cargar la misma a  $3/4$  ó a  $1/2$  de su capacidad normal, se puede entonces tener recipientes que representen  $3/4$  y  $1/2$  de la medida normal de premezcla a echar por descarga, o usar los mismos recipientes claramente marcados a niveles de  $3/4$  ó  $1/2$  de su capacidad total.

Práctica del agregado en el Ingenio. Los trabajadores encargados del manejo de las centrífugas hacen fácilmente el agregado en la forma descrita. Es conveniente colocar la premezcla en recipientes especiales de plástico perfectamente limpios, provistos de tapadera, los cuales deben etiquetarse claramente. Para facilitar el trabajo estos recipientes se colocan atrás del trabajador cuando éste está viendo a la centrífuga, a una distancia corta (de 1 brazada) y sobre un banco para que quede a una altura cómoda. Un recipiente de premezcla para cada dos centrífugas (equidistante) es muy adecuado. Los recipientes deben lavarse y secarse perfectamente en forma periódica para remover residuos de premezcla vieja acumulados. Igual precaución debe tenerse con los recipientes para las medidas de la premezcla.

### 3. METODO RAPIDO DE LABORATORIO PARA CONTROL DE LA FORTIFICACION EN EL INGENIO

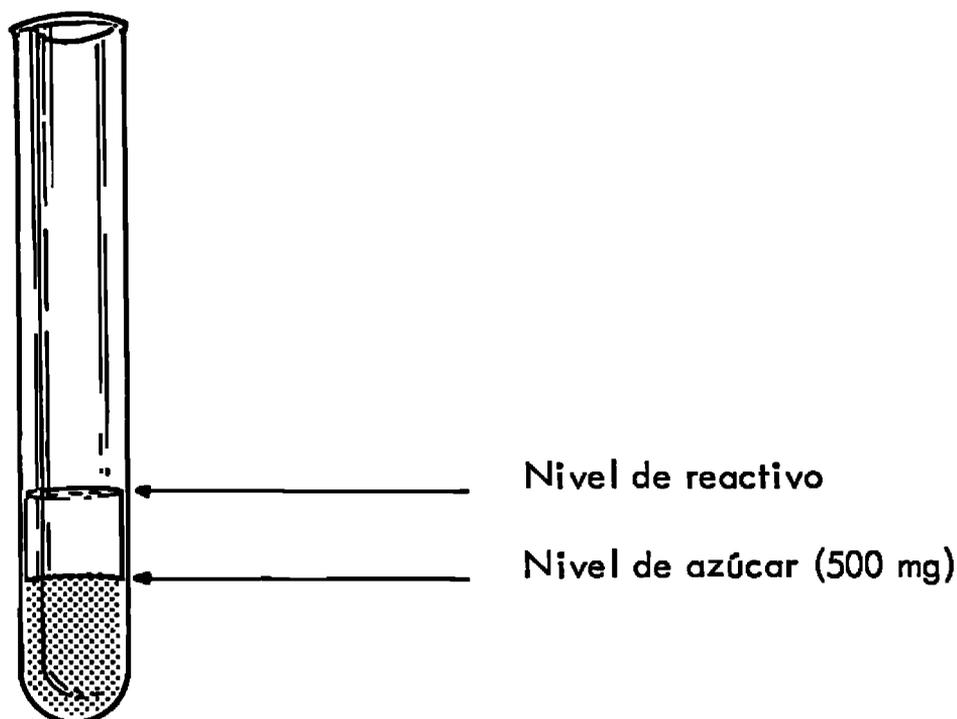
#### Reactivos

- a) Anhídrido acético, grado reactivo. Es preferible ponerlo en recipientes pequeños, que no duren mucho (10-20 cc) y siempre guardarlos bien tapados.
- b) Solución de tricloruro de antimonio, grado reactivo en cloroformo puro, al 20%; consérvase seca poniendo en el fondo del frasco una capa de sulfato de sodio anhidro y secado en un horno a 100°C por 2 ó 3 días. (Esta solución es preferible obtenerla ya preparada de los laboratorios centrales de salud o del INCAP. Este reactivo se enturbia al contacto indebido con la humedad del aire. Debe conservarse en un frasco (de vidrio oscuro) con tapón esmerilado, y de tamaño pequeño para que no dure mucho el frasco una vez abierto. (120 cc alcanzan para aproximadamente 140 a 150 pruebas).

Precauciones: Estos reactivos se arruinan con el agua, aunque sean solo trazas. Las pipetas, jeringas o goteros que se usen para medirlos así como los tubos, deben ser perfectamente secados después de lavarlos, poniéndolos en un horno a 60° - 100°C por varias horas. Además, el reactivo de tricloruro de antimonio se enturbia después de algún tiempo al contacto del aire húmedo, cuando se saca del frasco. Al notarse turbidez no debe seguirse usando ese residuo de reactivo.

**Materiales:**

1. Tubo de ensayo 10 x 75 mm. con dos marcas: La primera a la altura que llegan 500 mg. de azúcar, y la segunda, al nivel que alcanzan los 0.8 cc. de reactivo al ser agregados sobre el azúcar y el anhídrido acético.



2. Un gotero: para agregar el anhídrido acético.
3. Una jeringa-pipeta para agregar el reactivo de tricloruro de antimonio. (Diseñada y obtenible en el INCAP). Esta tiene puntas intercambiables para poder usar una punta limpia y seca mientras otras se están lavando y secando. Cada punta que se use para una o varias determinaciones hechas al mismo tiempo debe lavarse y secarse inmediatamente de acuerdo a las instrucciones. Para una nueva determinación o serie de determinaciones debe usarse otra punta, limpia y secada ó la misma previo lavado y secado.
4. Escala de color: en tubos de 10 x 75 mm. colóquense 2 cc de soluciones limpiadas de sulfato de cobre así:

<u>Tubos (No.)</u>	<u>Gramos/100 cc</u>	<u>Tubos (No.)</u>	<u>Gramos/100 cc</u>
1	0	6	9.0
2	1.0	7	11.0
3	3.0	8	13.0
4	5.0	9	15.0
5	7.0		

Tapéñse herméticamente y numérense. Colóquense en orden en una gradilla que permita la visibilidad de las soluciones.

#### Procedimiento:

Viértase el azúcar bajo prueba en el tubo de ensayo hasta la primera marca; agréguese 3 gotas de anhídrido acético y en seguida reactivo de tricloruro de antimonio en cantidad suficiente para llegar a la segunda marca (0.8 cc). Mézclase por agitación, déjese asentar el azúcar y compárese el color azul del sobrenadante claro con los tubos de la escala entre 10-15 segundos después de agregado el reactivo.

#### Lavado del material:

Antes de lavarse con agua y detergente, debe pasarse todo el material usado por una solución al 50% de ácido clorhídrico grado ordinario (muriático), para evitar que se precipiten los residuos de reactivos. Como se explicó anteriormente todo el material debe ser perfectamente secado después de lavarlo calentándolo en un horno a 60° - 100°C por varias horas. Esto aplica al material de vidrio o metal solamente. En el caso de materiales de plástico tales como la jeringa y las puntas debe usarse una temperatura más baja. La experiencia indica que 30-40°C es suficiente y que esto se logra colocando dichos materiales de plástico sobre o bajo (no dentro) el horno, entre toallas de papel, hasta que estén bien secos. El secado de estos materiales se hace más rápido si después de lavados se les pasa un poco de acetona.

Equivalente del color en relación al nivel de fortificación: Utilizando muestras de azúcar fortificada en un ingenio, cuya concentración de vitamina A haya sido previamente determinada por un método exacto, pueden encontrarse los tubos de la escala a los cuales corresponden la concentración de vitamina A que sea adecuada de acuerdo a los reglamentos respectivos. (En Guatemala y Costa Rica, 15 microgramos con una variabilidad aceptable de 13 a 17). La determinación exacta de vitamina A puede solicitarse a los Laboratorios del INCAP.

**Nota :** Los autores desean expresar su reconocimiento a los técnicos Rolando Funes y Carlota de Funes por su colaboración.