

E-1270

Fortificación de Azúcar con Vitamina "A"

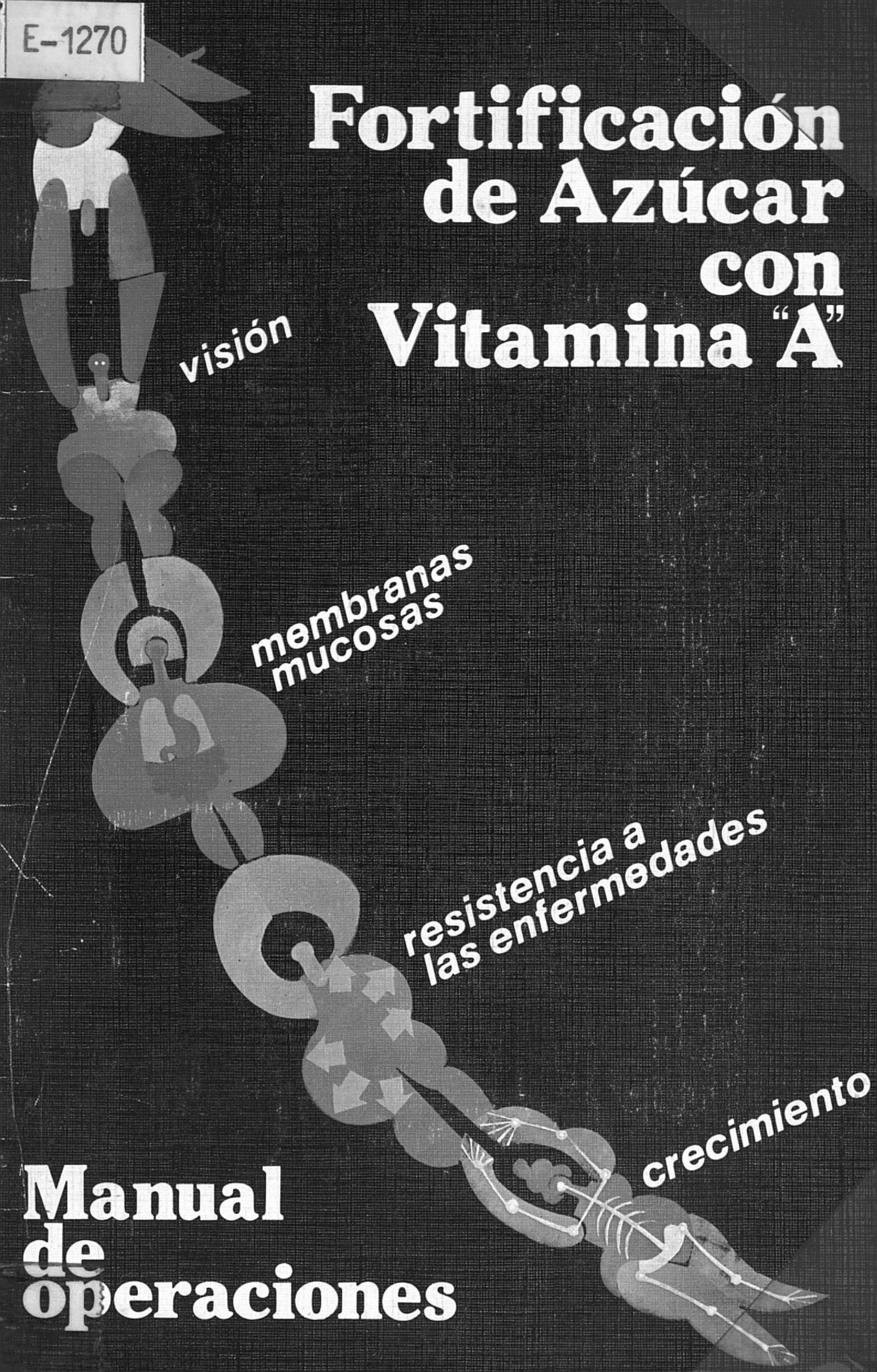
visión

membranas
mucosas

resistencia a
las enfermedades

crecimiento

Manual de operaciones



FORTIFICACION DE AZUCAR
CON VITAMINA A

MANUAL DE OPERACIONES

Oscar Pineda, Ph D
División de Nutrición y Salud

I N C A P

1989

I. INTRODUCCION

Según datos ampliamente documentados en la literatura científica, la población de Guatemala presenta una alta prevalencia de hipovitaminosis A. Esta alta prevalencia, se debe fundamentalmente a la baja ingesta dietética de alimentos de origen animal, por su población. Los alimentos de origen animal, son los únicos que contienen retinol (vitamina A). Por otro lado, el consumo de alimentos vegetales presuntamente fuente de carotenoides bioconvertibles a retinol, no es suficiente para llenar las necesidades diarias de vitamina A.

La baja ingesta de vitamina A está condicionada, entre otras causas, a la baja condición socio-económica de la población. Según información derivada de la Secretaría General de Planificación Económica de Guatemala, 70.5% de las familias guatemaltecas, no tienen ingresos suficientes para adquirir el minimun de bienes y servicios para sobrevivir adecuadamente (1).

En 1965, a través de una encuesta Clínico Nutricional llevada a cabo por el Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá (INCAP), se demostró que 26.2% de los niños de edad pre-escolar del país presentaban niveles séricos de retinol considerados bajos o deficientes (2).

En la actualidad, no se conoce con exactitud la magnitud real de esta deficiencia a nivel de la población total del país, pero información derivada de áreas representativas de la misma indica que la condición nutricional general de la población se ha deteriorado aún más.

El número de individuos (particularmente niños menores de 6 años) en "alto riesgo" de presentar secuelas permanentes de la deficiencia de vitamina A es elevado y se calcula que sobrepasa millón y medio de niños.

La solución permanente a este problema estriba, indudablemente, en lograr el consumo adecuado de vitamina A por toda la población. Sin embargo, dado que las fuentes dietéticas de esta vitamina son escasas y caras, se hace necesario incrementar el cultivo y consumo de variedades de vegetales comprobadamente ricos en pigmentos bioconvertibles en retinol.

Para lograr la erradicación de la deficiencia de vitamina A, el programa de Bioquímica nutricional de la División de Nutrición y Salud, del Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá, INCAP, ha planteado un enfoque a desarrollarse secuencialmente en las siguientes etapas:

1. Tratamiento a la población de niños menores de 6 años con dosis altas de vitamina A (200,00 IU), para asegurar el establecimiento de una reserva hepática adecuada.

2. La fortificación de azúcar con vitamina A, para que su consumo asegure una suficiente ingesta diaria para el grupo de población a mayor riesgo, en base a cifras de adecuación de Ingesta Dietética Diaria. La decisión del nivel de fortificación puede hacerse con base a alguno de los criterios siguientes:

2.1 Que se agregue a la cantidad media de ingesta diaria de azúcar de la población rural (36 g en Guatemala), la cantidad diaria de retinol recomendada por FAO/OMS para el adulto (3). En principio, este nivel se considera alto ya que aún los grupos menos privilegiados de la población ingieren dietéticamente parte de su recomendación diaria de retinol.

2.2 Que se agregue a la cantidad media de ingesta de azúcar de la población rural (36 g en Guatemala), una cantidad tal de retinol que corrija el déficit promedio de consumo de vitamina A por la población, tomando como base la Recomendación Dietética Diaria para el adulto. Por ejemplo: si el porcentaje promedio de adecuación fuera 50%, se agregaría 375 µg de retinol/36 g de azúcar, o sea ± 10 µg de retinol por gramo.

2.3 Que se agregue a la cantidad media de ingesta de azúcar de niños de edad preescolar (20 g para Guatemala), la cantidad media de retinol recomendada por FAO/OMS para este grupo etáreo (3). Por ejemplo: la recomendación oscila entre 250-400 µg de retinol/día. Utilizando como base 300 µg/20 g de azúcar habría que agregar $300 \div 20 = 15$ µg/retinol por g de azúcar.

Dado que el grupo etáreo a mayor riesgo de deficiencia es el de niños de edad preescolar, se recomienda utilizar un nivel de fortificación de 15 µg de retinol (50 IU)/ g de azúcar.

3. Establecimiento de un programa agrícola-agronómico que permita el cultivo y asegure el consumo de variedades de vegetales ricos en carotenoides bioconvertibles a vitamina A. A este respecto, existen en la actualidad nuevas variedades de zanahoria (por ejemplo: B III) que pueden proveer una cantidad significativamente incrementada de β-caroteno y cuyo consumo en cantidades pequeñas puede llenar las necesidades dietéticas diarias de equivalentes de retinol.

II. FORTIFICACION DE AZUCAR A NIVEL DE INGENIO

1. PROPOSITO

El propósito del proceso es agregar al azúcar blanca sulfitada, para consumo interno por la población, una cantidad predeterminada de vitamina A (ver sección 2.3). Para el efecto se utiliza una premezcla homogénea de azúcar y palmitato retinilo hidromiscible.

2. COMPOSICION DE LA PREMEZCLA

La composición por kg de premezcla, formulada con 10% de exceso es la siguiente:

Palmitato de retinilo tipo 250-CWS -----	220.00	g
Aceite de maní* libre de peróxidos -----	16.50	"
Mezcla estabilizadora** -----	0.08	"
Azúcar -----	763.42	"

Total -----	1000.00	g

* Estudios desarrollados en el INCAP han demostrado que otros aceites vegetales, como los de soya, maíz, palma africana y semilla de algodón, disponibles localmente, también pueden ser utilizados (4).

** La mezcla estabilizadora utilizada es RONOXAN A.

NOTA:

Tanto el palmitato de retinilo 250-CWS como el Ronoxan A son fabricados por la Compañía Hoffmann-la-Roche de Basilea, Suiza.

3. PROCEDIMIENTO DE PREPARACION DE LA PREMEZCLA

La vitamina A y el azúcar son premezclados en una mezcladora adecuada. A esta mezcla se le agrega el aceite conteniendo el estabilizador (Ronoxan A), y se continúa mezclando hasta uniformidad. La premezcla es luego empacada en bolsas dobles de polietileno, empacadas a su vez en bolsas de papel grueso, y

almacacenada preferentemente en un lugar fresco y protegido de la luz directa. Esto es especialmente importante una vez que las bolsas hayan sido abiertas.

4. PROCESO DE MANUFACTURA

Para preparar 100 kg de premezcla.

Parte A

En un mezclador adecuado, colocar 50 kg de azúcar, agregar 22 kg de palmitato de retinilo 250-CWS y mezclar hasta homogeneidad (aproximadamente 10 minutos). Agregar 26.3418 kg de azúcar y remezclar hasta homogeneidad.

Parte B

En un recipiente adecuado de acero inoxidable, mantenido bajo una atmósfera de nitrógeno, colocar 1.6500 kg de aceite. Burbujear continuamente nitrógeno a través del aceite y calentar hasta 60°C. Agregar 8.2 g de antioxidante y mezclar hasta que la pasta esté completamente disuelta (aproximadamente 5 minutos). Durante todo este proceso burbujear nitrógeno a través del aceite.

Parte C

Agregar la disolución de antioxidante en aceite a la premezcla de azúcar-vitamina A. Efectuar este proceso lentamente y con mezclado continuo. Al completar la adición del aceite, continuar mezclando hasta que la mezcla sea homogénea (aproximadamente 10 minutos). La mezcla debe mostrar un color uniforme.

5. CONTROL DE ESPECIFICACIONES

Cada lote producido debe ser muestreado y su contenido de vitamina A determinado analíticamente. El producto deberá ajustarse a las siguientes normas:

5.1 Contenido mínimo de vitamina A: 50,000 IU/g

5.2 Color: ligeramente amarillo

5.3 Apariencia: homogénea, granular, ligeramente grasosa al tacto.

La premezcla preparada como se indica anteriormente, tiene un contenido de retinol de 15,000 µg/g (equivalentes a 50,000 IU de retinol por gramo). La formulación está diseñada para proporcionar un exceso

teórico de 10%. Esta premezcla deberá ser agregada al azúcar en una proporción de 1:1000, de manera que el producto final contenga la cantidad seleccionada de 15 µg (50 IU) de retinol por gramo.

6. PROCESO DE FORTIFICACION

El agregado de la premezcla al azúcar puede efectuarse al final del ciclo de lavado en las centrifugas, o durante su paso, por las fajas transportadoras, antes o después del secado, y previo a su empaque. En este último caso, puede usarse cualquier dosificador conectado al mismo sistema de propulsión de la faja transportadora para que funcione sincrónicamente con la misma.

Si la adición de premezcla se efectúa en las centrifugas, es necesario conocer el peso de carga de las mismas y el rendimiento de cristalización.

Estudios previos efectuados con la colaboración de la industria azucarera de Guatemala, han permitido estimar experimentalmente que la densidad promedio (d) del producto local es la siguiente:

$$\begin{aligned}
 d &= 0.880 && \text{g/ml} \\
 &= 14.421 && \text{g/pulgada}^3 \\
 &= 0.880 && \text{kg/litro} \\
 &= 24.920 && \text{kg/pie}^3
 \end{aligned}$$

El peso de carga de la centrifuga está dado por,

$$P = \pi \delta r^2 h \quad (1)$$

donde $\pi = 3.1416$, $\delta =$ la diferencia entre el radio mayor R y el radio menor r , y $h =$ altura de la tela de retención. Por lo tanto, el peso de carga (en kg) de la centrifuga corregido por una humedad promedio de 1% es:

usando cm y g/ml,

$$P \text{ (kg)} = 0.0027370 (R^2 - r^2)h \quad (2)$$

$$P \text{ (qq)} = 0.0000603 (R^2 - r^2)h \quad (2a)$$

usando pulgadas y g/pulgada³,

$$P \text{ (kg)} = 0.044852 (R^2 - r^2)h \quad (3)$$

$$P \text{ (qq)} = 0.000989 (R^2 - r^2)h \quad (3a)$$

usando pies y kg/pie³,

$$P \text{ (kg)} = 77.50562 (R^2 - r^2)h \quad (4)$$

$$P \text{ (qq)} = 1.70868 (R^2 - r^2)h \quad (4a)$$

Ejemplo:

Una centrifuga tiene las siguientes dimensiones:

$$R = 21 \text{ pulgadas} = 1.750 \text{ pies} = 53.34 \text{ cm}$$

$$r = 17 \text{ " } = 1.417 \text{ " } = 43.18 \text{ "}$$

$$h = 24 \text{ " } = 2.000 \text{ " } = 60.96 \text{ "}$$

Por lo tanto,

$$0.0027370 (2845.16 - 1864.51) 60.96 = 163.6 \text{ kg}$$

$$0.044852 (441 - 289)24 = 163.6 \text{ "}$$

$$77.50562 (3.062 - 2.008)2 = 163.4 \text{ "}$$

DIMENSIONES Y CAPACIDADES DE CENTRIFUGAS USADAS EN LOS

INGENIOS DE GUATEMALA

Ingenio	Radio	Radio	altura	Capacidad	
	mayor	menor		kg	qq
	en pulgadas				
El Salto	21	18	24	125.9	2.8
Concepción	20	14.5	36	306.4	6.8
El Baúl	20	17	24	119.5	2.6
Los Tarros	21	18	24	125.9	2.8
" "	20	17.75	24	91.4	2.0
Madre Tierra	48	36	30	1356.3	29.9
Tululá	24	20	26	205.2	4.5
San Diego	20	20	30 ?	?	?
" "	17	17	17 ?	?	?
" "	37	17	17.5	847.7	18.7
Santa Teresa	40	30	18	565.1	12.4
La Unión	48	40	36	1136.7	25.0
Santa Ana	48	36	7	316.5	7.0
" "	48	30	7	440.8	9.7
Guadalupe	24	18	24	271.3	6.0
Magdalena	22	15	31	360.1	7.9
El Pilar	48	34	36	1853.6	40.9
Tierra Buena	48	36	24	1085.0	23.9

**CANTIDADES DE PRERMEZCLA A AGREGAR
POR CARGA DE CENTRIFUGA**

CARGA			PREMEZCLA	
kg	lb	qq	g	oz
45	100	1.00	45	1.6
100	222	2.22	100	3.6
110	244	2.44	110	3.9
120	267	2.67	120	4.3
130	289	2.89	130	4.6
140	311	3.11	140	5.0
150	333	3.33	150	5.4
160	356	3.56	160	5.7
170	378	3.78	170	6.1
180	400	4.00	180	6.4
190	422	4.22	190	6.8
200	444	4.44	200	7.1
300	666	6.66	300	10.7
400	888	8.88	400	14.3
500	1110	11.10	500	17.8
600	1332	13.32	600	21.4
700	1554	15.54	700	25.0
800	1776	17.76	800	28.6
900	1998	19.98	900	32.1
1000	2220	22.20	1000	35.7
1100	2442	24.42	1100	39.3
1200	2664	26.64	1200	42.8
1300	2886	28.86	1300	46.4
1400	3108	31.08	1400	50.0
1500	3330	33.30	1500	53.6
1600	3552	35.52	1600	57.1
1700	3774	37.74	1700	60.7
1800	3996	39.96	1800	64.3
1900	4218	42.18	1900	67.8
2000	4440	44.40	2000	71.4

7. INFORMACION GENERAL SOBRE FORTIFICACION

7.1 El Palmitato de vitamina A (palmitato de retinilo) CW-250 de Hoffmann-la-Roche tiene una actividad de:

CWS-250 = 250,000 IU de vitamina A/ gramo
= 7.5 % como retinol
= 75 mg de retinol/gramo

7.2. Los equivalentes de actividad de retinol y pesos de fórmula de los diferentes ésteres son:

1 IU =	0.300	µg de retinol	PF	286.46
	=	0.344	µg de acetato	PF 328.50
	=	0.550	µg de palmitato	PF 524.88

7.3. El nivel de fortificación utilizado en Guatemala es de 15 µg de retinol (50 IU) por gramo de azúcar.

50 IU/g = 50,000 IU kg

El palmitato de retinilo CWS-250 contiene una actividad de vitamina A de 250,000 IU/g. Por lo que, 1 g es suficiente para fortificar 5 kg de azúcar. Esto hace que se utilicen 9 g de CWS-250 por quintal de azúcar.

1 kg es suficiente para fortificar 5000 kg de azúcar (5 TM), equivalentes a 111 quintales de azúcar.

III. METODOS DE ANALISIS DE AZUCAR Y PREMEZCLAS

1. METODO DE CAMPO PARA LA ESTIMACION DE VITAMINA A EN AZUCAR

El procedimiento se basa en la reacción del ácido tricloroacético con la vitamina A con la formación de anhidrovitamina A (5,6).

1.1. REACTIVOS

1.1.1. Reactivo cromógeno.

Pesar 60 g de ácido tricloroacético y disolver en 40 g de dicloruro de metilo (CH_2Cl_2) o de diclorodidicloruro de etileno ($\text{CH}_2\text{Cl}.\text{CH}_2\text{Cl}$). Guardar el reactivo en un frasco ámbar con tapón esmerilado.

1.1.2. Agua destilada.

1.2. MATERIALES

1.2.1. Tubos de ensayo de 13 x 100 mm.

1.2.2. Una cucharilla plástica que rasada contenga 500 mg de azúcar.

1.2.3. Un embudo pequeño para introducir el azúcar en el tubo de ensayo.

1.2.4. Un gotero para el agua destilada.

1.2.5. Una jeringa hipodérmica de 5 o 10 ml para medir el reactivo cromógeno. A esta jeringa se le adapta en la punta un tubo de polietileno que se pueda introducir en el tubo de ensayo.

1.2.6. Escala de color. En tubos de ensayo de 13 x 100 mm, colocar 4 ml de las siguientes disoluciones de sulfato de cobre en agua destilada:

Tubo No.	CuSO ₄ · 5H ₂ O g/dl	Equivalente a µg retinol/g de azúcar
1	0.32	0.0
2	2.20	2.0
3	4.00	4.0
4	5.90	6.0
5	7.70	8.0
6	11.40	12.0
7	16.90	18.0
8	18.80	20.0
9	20.60	22.0

Tapar herméticamente cada uno de los tubos para evitar evaporación, e identificarlos con etiquetas marcadas del 1 al 9.

La relación entre absorbancia a 620 nm y concentración de retinol (µg/dl, µg/g de azúcar) y de sulfato de cobre (g/dl) puede apreciarse en la gráfica No.1, y la relación entre concentración de retinol (µg/g de azúcar) vrs sulfato de cobre (g/dl) puede observarse en la gráfica No. 2. De esta última gráfica se derivaron las concentraciones de la tabla anterior.

1.3 PROCEDIMIENTO:

Con la cucharilla de medir, colocar 500 mg de la muestra de azúcar en un tubo de ensayo de 13 x 100 mm. Agregar 10 gotas de agua destilada y agitar por alrededor de 30 segundos. Agregar con la jeringa 3 ml del reactivo cromógeno y mezclar. Comparar el color producido con la escala de color. Es importante que la comparación se efectúe entre 5 y 10 segundos después de la adición del reactivo. Pasado este tiempo el color empieza a extinguirse.

1.4 INTERPRETACION

El color desarrollado debe coincidir en la escala, entre los tubos 6 y 7, o sea en el lugar marcado 6a.

NOTA: Si no se utiliza el estuche especial diseñado para la prueba, pueden utilizarse dos tubos de ensayo de 13 x 100 mm que contengan disoluciones de sulfato de cobre al 11.6 y 16.9% (p/v). El tubo con la muestra debe leer entre estos dos tubos.

1.5. INSTRUCCIONES SIMPLIFICADAS

- 1.5.1 Colocar en un tubo de ensayo 500 mg de azúcar. Usar una cucharilla precalibrada.
- 1.5.2. Agregar 10 gotas de agua Agitar y calentar a \pm 65°C.
- 1.5.3. Enfriar a temperatura ambiente y agregar 3 ml de reactivo cromógeno. Mezclar cuidadosamente.
- 1.5.4. Comparar el color desarrollado con los tubos de la escala. Es importante hacer la comparación entre 5 y 10 segundos después de agregar el reactivo.

INTERPRETACION

Zona roja:	Tubo 1a	= Vitamina A ausente
	Tubo 2a y 3a	= Nivel de Fortificación bajo
Zona amarilla:	Tubo 4a y 5a	= Nivel de Fortificación bajo
Zona Verde:	Tubo 6a	= Nivel de Fortificación adecuado
	Tubo 7a y 8b	= Nivel de Fortificación muy alto

2. DETERMINACION CUANTITATIVA DE RETINOL EN AZUCAR Y PREMEZCLAS (7).

2.1 REACTIVOS

- 2.1.1 Disolución de Hidróxido de Sodio, 12.5 molar
- 2.1.2 Ethanol 95% p/v
- 2.1.3 Disolución 1% (p/v) de Fenolftaleína en etanol
- 2.1.4 Sulfato de Sodio. Anhidro, desecado a 100°C
- 2.1.5 Mezcla de extracción: hexano-eter etílico 1:1

2.2 MATERIALES

- 2.2.1 Espectrofotómetro UV

2.3. PROCEDIMIENTO

- 2.3.1 Pesar 10.00 g de azúcar y disolver en agua destilada a $\pm 60^{\circ}\text{C}$, enfriar a temperatura ambiente y llevar a 100 ml con agua destilada en un balón aforado.
- 2.3.2 Transferir 30 ml de la disolución anterior, a un embudo de separación de 125 ml. Agregar 30 ml de etanol 95% (p/v), 0.250 ml de la disolución de hidróxido de sodio 12.5 molar y dos gotas de la disolución de Fenolftaleína. Mezclar y dejar reposar por 5 minutos.
- 2.3.3 Extraer con 50 ml de la mezcla de extracción. Agitar cuidadosamente por 2 minutos.
- 2.3.4 Decantar la capa orgánica y secarla con aproximadamente 4 g de sulfato de sodio anhidro.
- 2.3.5 Medir y registrar la absorbancia del extracto a una longitud de onda de 325 nm, un ancho de banda ± 1 nm, y un paso de luz de 10 mm.

2.4 CALCULO

En metodologías anteriores, se ha indicado que el extracto debe leerse a 328 nm, irradiarse con luz ultravioleta por 35 minutos y luego leerse de nuevo a la misma longitud de onda (8).

En el presente procedimiento se ha omitido la irradiación ya que la absorbancia residual está linealmente relacionada con la concentración de retinol en el extracto. Por esta razón, la concentración de retinol sin corrección por absorbancia residual, y la concentración corregida por esta última, están linealmente relacionadas (ver gráficas Nos. 3 y 4). Por lo tanto, es posible efectuar correcciones numéricas manteniendo la exactitud y precisión del procedimiento.

La relación entre μg de retinol/g de azúcar con y sin irradiación está expresada en las siguientes ecuaciones de regresión lineal:

$$N = 1.0759(I) - 0.4486 \quad (5)$$

$$I = (N + 0.4486) \div 1.0759 \quad (5a)$$

donde:

N = Concentración de retinol obtenida sin irradiación.

I = Concentración de retinol obtenida con irradiación

Utilizando estas correcciones el cálculo final es el siguiente:

$$(A \times V \times M) \div (E \times g) = R_1 \quad (6)$$

$$(50 \times 286.44) \div (51.8 \times 3) = 92.1622 \quad (6a)$$

$$A \times 92.1622 = R_1 \quad (6b)$$

$$(R_1 + 0.4486) \div 1.0759 = R_2 \quad (7)$$

Donde:

A = Absorbancia del extracto a 325 nm.

V = Volumen total de extracción en ml (50 ml).

M = Peso molecular del retinol (286.44).

ϵ = Coeficiente de absorción milimolar del retinol en hexano, 51.8 (9), a 325 nm y 1 cm de paso de luz.

g = Gramos de muestra en el volumen de extracción, 3g.

R_1 = μg de retinol/g de azúcar, sin corregir por irradiación.

R_2 = μg de retinol/g de azúcar, corregido por cambios en irradiación.

En caso que no sea posible efectuar las lecturas a 325 nm, estas se pueden obtener entre 320-330 nm y se corrigen por los factores de absorbancia relativa que se muestran en la tabla siguiente (9):

Factores de Absorbancia relativa de retinol a diferentes longitudes de onda

Longitud de onda nm	$\epsilon_{nm}/\epsilon_{325}$	$F = \epsilon_{325}/\epsilon_{nm}$
320	0.970	1.0309
321	0.981	1.0194
322	0.989	1.0111
323	0.995	1.0050
324	1.000	1.0000
325	1.000	1.0000
326	0.993	1.0070
327	0.984	1.0163
328	0.973	1.0277
329	0.956	1.0460
330	0.938	1.0661

Ejemplo:

La absorbancia de una muestra fué de 0.2189 a 325 nm, y de 0.2130 a 328 nm. La absorbancia a 328 nm puede corregirse dividiendo entre 0.973, o multiplicando por 1.0277.

Por lo tanto:

$$0.2130 \div 0.973 = 0.2189$$

$$0.2130 \times 1.0277 = 0.2189$$

La concentración de retinol, sin corrección por irradiación, estará dada entonces por:

$$(a) \quad 0.2189 \times 92.1622 = 20.17 \text{ } \mu\text{g/g azúcar}$$

$$(b) \quad 0.2130 \times 92.1622 \div 0.973 = 20.17 \text{ " "}$$

$$(c) \quad 0.2130 \times 92.1622 \times 1.0277 = 20.17 \text{ " "}$$

El resultado final se obtiene aplicando la ecuación 7, así:

$$(20.17 + 0.4486) \div 1.0759 = 19.16 \text{ } \mu\text{g/g de azúcar}$$

3 METODO SIMPLIFICADO PARA LA DETERMINACION DE RETINOL EN AZUCAR FORTIFICADO Y EN PREMEZCLAS

3.1 REACTIVOS

3.1.1 Alcohol isopropilico (isopropanol), grado reactivo.

3.2 MATERIALES

3.2.1 Espectrofotómetro ultravioleta

3.3 PROCEDIMIENTO

3.3.1 PREMEZCLAS

3.3.1.1 Homogeneizar \pm 5 g de muestra, mezclando cuidadosamente en un mortero pequeño.

3.3.1.2 Pesar 50.0 mg de la muestra homogeneizada y disolver en 5.0 ml de agua destilada calentada a 60°C. Dejar en reposo por 5 minutos.

3.3.1.3 Completar a un volumen de 25 ml con isopropanol.

3.3.1.4 Diluir la disolución anterior 1:10 con isopropanol y leer su absorbancia, en celdas de 1 cm de paso de luz, a 325 nm contra un blanco de isopropanol.

3.3.2 AZUCAR FORTIFICADO

3.3.2.1 Homogeneizar \pm 25 g de azúcar fortificado, mezclando cuidadosamente en un mortero adecuado.

3.3.2.2 Pesar 5.0000 g de la muestra homogeneizada, y extraer con 25 ml de isopropanol. Agitar vigorosamente por 5 minutos.

3.3.2.3 Leer la absorbancia del extracto en celdas de 1 cm de paso de luz, a 325 nm contra un blanco de isopropanol.

3.4 CALCULO

$$A \times f \times V \times 286.46 \div E \times p = R$$

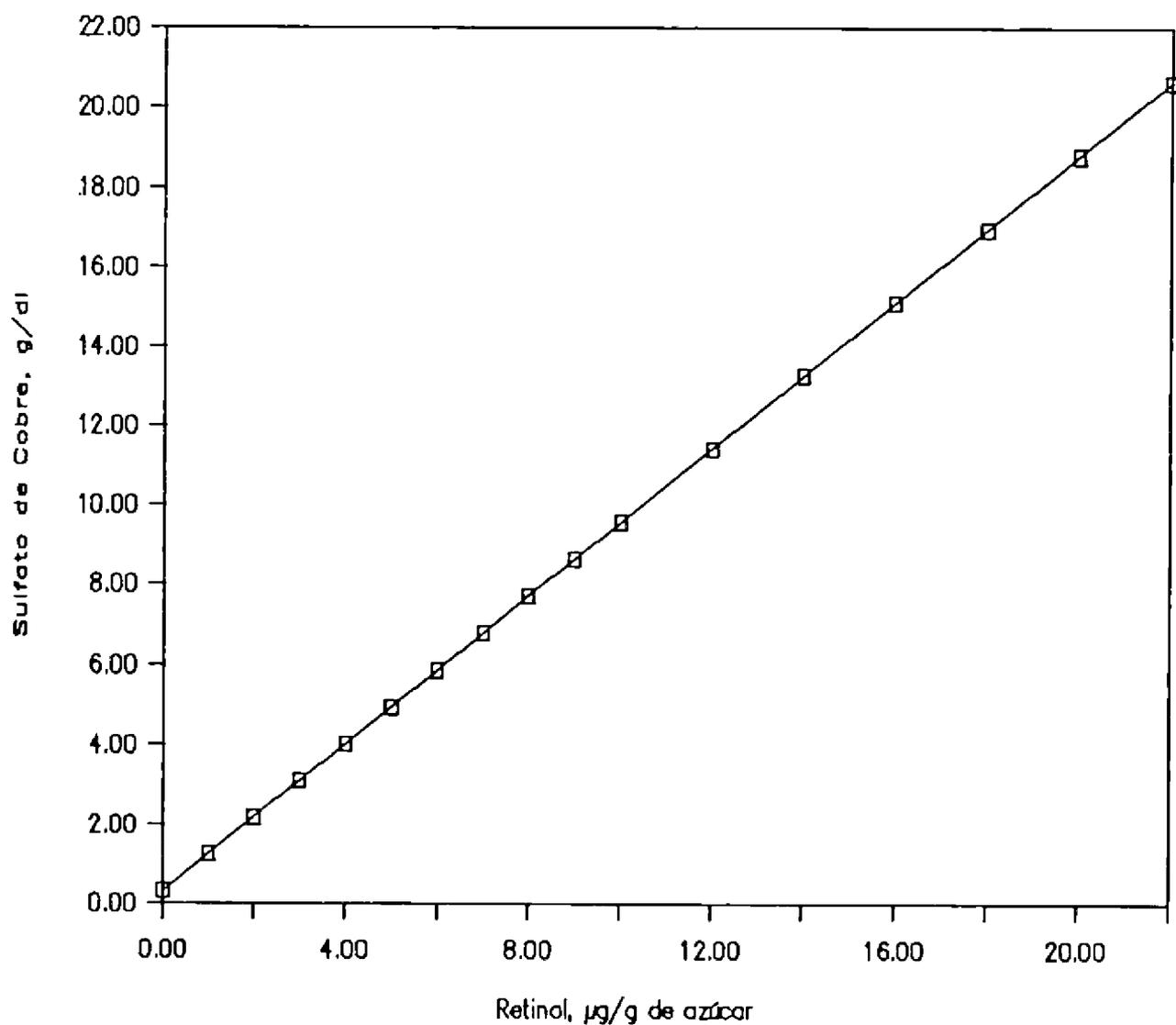
donde:

	Premezcla	Azúcar
A = Absorbancia de la muestra a 325 nm	?	?
p = Peso en gramos de la muestra	0.050	5.0000
f = Factor de dilución del extracto	10	1
V = Volumen de extracción en ml	25	25
E = Coeficiente de absorción milimolar de retinol a 325 nm	51.8	51.8
F = Factor de cálculo	27.6506	27.6506
R = Resultado, unidades de retinol/g de muestra	mg	µg

Simplificando,

$$A \times 27.65076 = R$$

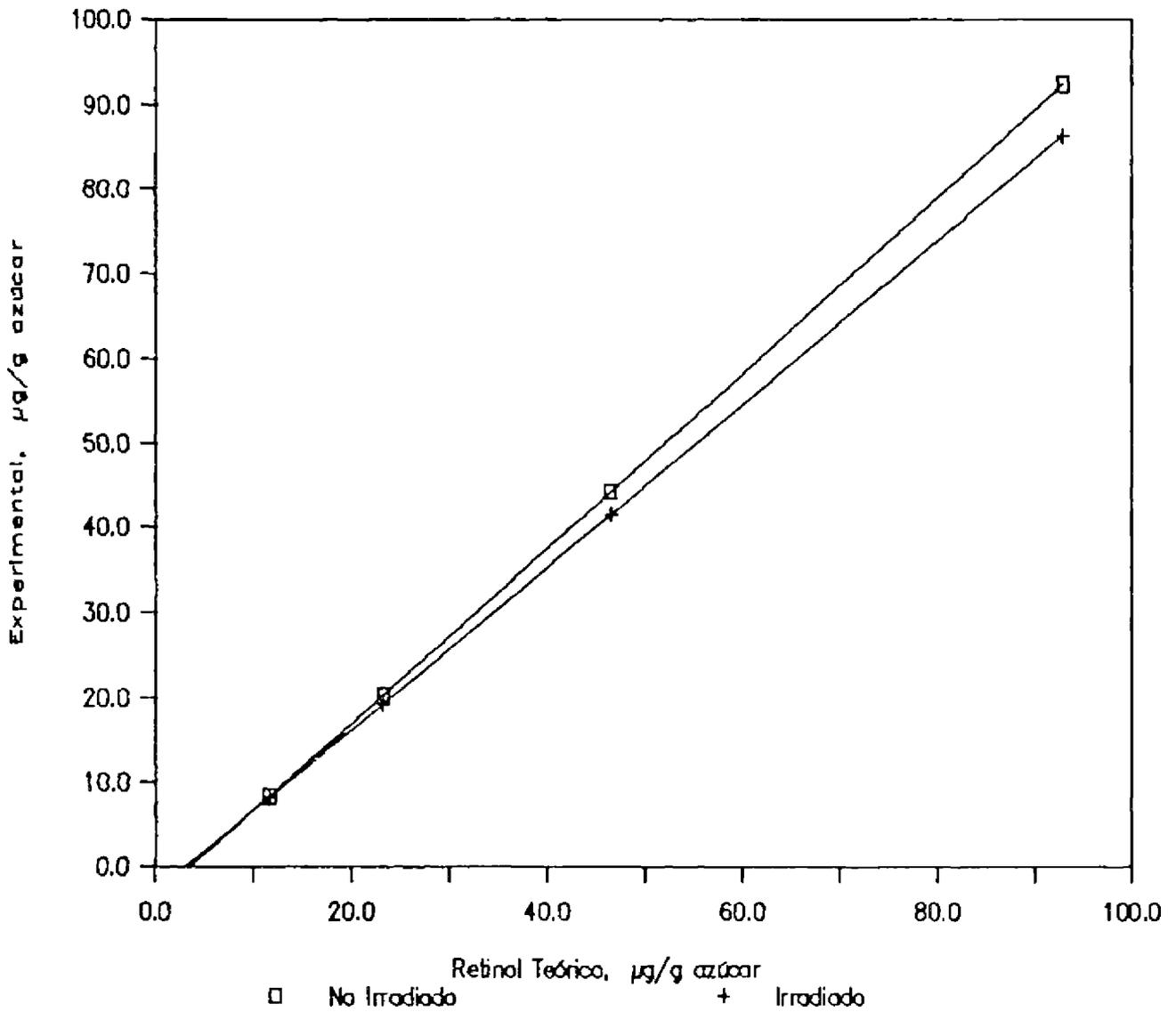
Regresión, Retinol vrs Sulfato de Cobre



PARAMETROS DE REGRESION LINEAR

R²	1.0000
Intercepto	0.3248
Inclinación	0.9236

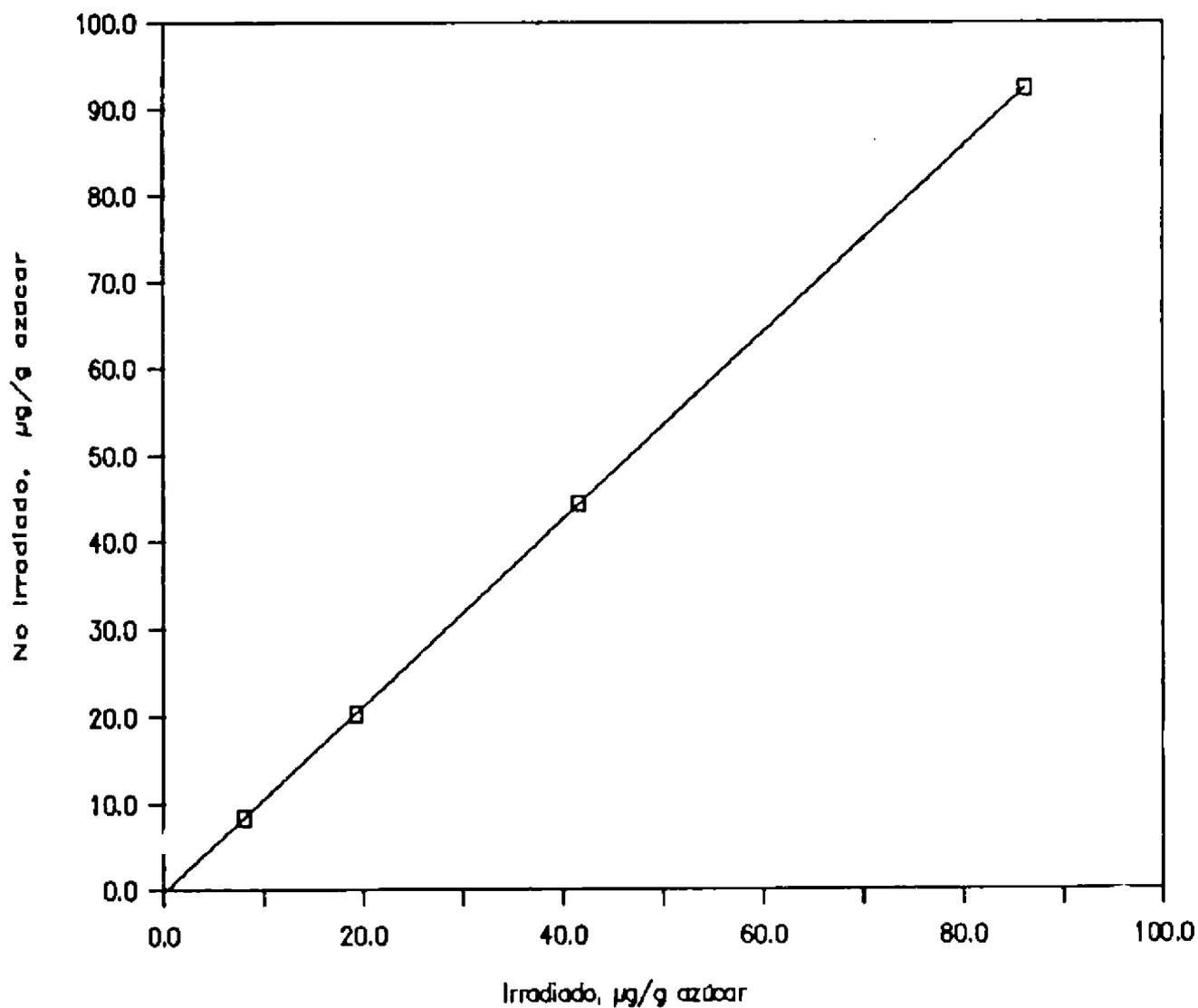
Retinol. Efecto de Irradiación



PARAMETROS DE REGRESION LINEAR

	No Irradiado	Irradiado
R²	0.9992	0.9993
Intercepto	3.6321	3.1901
Inclinación	0.9670	1.0407

Retinol Irradiado vrs No Irradiado



PARAMETROS DE REGRESION LINERAR

R2	1.0000
Intercepto	-0.4486
Inclinación	1.0759

IV. BIBLIOGRAFIA

1. Lee JE, Ruiz C.
La Canasta mínima de alimentos dentro de la economía familiar.
Resumen de la Semana Técnico Científica sobre Alimentación y Nutrición. INCAP, 1982.
2. Evaluación Nutricional de la Población de Centroamérica y Panamá. Guatemala.
Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá, INCAP, 1969.
3. FAO/WHO. Joint Expert Group (1967).
Requirements of Vitamin A, thiamine, Riboflavin and Niacin.
WHO Tech Rep Ser No. 362. Geneva, Switzerland.
4. Mejía LA, Pineda O.
Substitución del aceite de maní usado para la fortificación de azúcar con vitamina "A" por otros aceites vegetales disponibles en centroamérica.
Arch Latinoamer Nutr 1986;36:127-34
5. Bayfield RF, Cole ER.
Colorimetric Determination of Vitamin A with Trichloroacetic Acid.
In: Methods in Enzymology, vol 67. Vitamins and Coenzymes, part F. Eds. DB McCormick and LD Wright.
Academic Press New York, N. Y. 1980. pp 189-95
6. Pineda O, Camacho E.
Método para la determinación cuantitativa de vitamina A en azúcar fortificada con vitamina A, y en premezclas.
En preparación.
7. Arroyave G, Funes C.
Enriquecimiento de azúcar con vitamina A. Método para la determinación cuantitativa de retinol en azúcar blanca de mesa.
Arch Latinoamer Nutr 1974;24:147-53
8. Groenendijk GWT, Jansen PAA, Bonting SL, Daemen FJM.
Analysis of geometrically isomeric Vitamin A Compounds.
In: Methods in Enzymology, vol. 67. Vitamins and Coenzymes, part F. Eds. DB McCormick and LD Wright.
Academic Press New York, N. Y. 1980. pp 203-220
9. Cama HR, Collins FD, Morton RA.
Studies in Vitamin A. 17. Spectroscopic properties of all-trans-vitamin A and vitamin A acetate. Analysis of liver oils.
Biochem J 1952;50:48-59

VITFORT2.MAN