

Contenido de selenio en muestras de semilla de ajonjolí (*Sesamum indicum*) procedentes de varios países

W. G. JAFFÉ, J. F. CHÁVEZ Y M. C. MONDRAGÓN

División de Investigaciones
Instituto Nacional de Nutrición
Caracas. Venezuela.

RESUMEN

Se determinó el contenido de selenio en 136 muestras de semillas de ajonjolí (*Sesamum indicum*) procedentes de 20 países. El 39% de las muestras analizadas contenía menos de 1 ppm de selenio, el 29% entre 1 y 3 ppm y el 32% presentó niveles por sobre de 3 ppm. El valor más elevado fue de 48 ppm y corresponde a una muestra proveniente de Venezuela. Pudieron hallarse también valores elevados en muestras originarias de la República Centroafricana, Haute Volta, Madagascar, Nigeria, Sudán, Kenya, Tchad, India, Puerto Rico, Japón, México y los Estados Unidos. Es de presumir que existen zonas seleníferas en todos estos países. No fue posible reducir el contenido de selenio por descorticado ni por lavado con agua.

Se discuten las repercusiones de estos hallazgos y su posible vinculación con la existencia de zonas seleníferas y se destaca su importancia desde el punto de vista de la salud pública, en relación con la elaboración de alimentos suplementarios de alto contenido proteico. Se plantea la conveniencia de efectuar determinaciones de selenio en los ingredientes empleados en la manufactura de tales productos.

El cultivo de las semillas de oleaginosas representa en muchos países tropicales un renglón fundamental dentro de la economía agrícola, radicando su uso principalmente como fuente de aceite para consumo humano. El subproducto procedente de la industria aceitera, o residuo sólido obtenido de la extracción de aceite mediante la presión o los solventes, se

llama torta y su empleo como ingrediente en productos alimenticios de uso animal está consagrado por la práctica corriente. Sin embargo, ante la inminente crisis alimentaria mundial y gracias a los modernos métodos tecnológicos de que se dispone hoy en día, los estudios conducentes al aprovechamiento de nuevas fuentes de proteínas han enfocado sus actividades durante la última década, en la utilización directa de las tortas de oleaginosas para consumo humano, con el objetivo de aprovechar su alto contenido de proteínas de valor biológico elevado.

Las semillas parcial o totalmente desgrasadas del ajonjolí (*Sesamum indicum*) han sido utilizadas en la preparación de mezclas vegetales para ser empleadas en la alimentación infantil en algunos países, por ej. India (1) y Centro América (2). En Venezuela, durante el curso de estudios conducentes al desarrollo de una fórmula alimenticia de este tipo, se observó que algunos lotes de tortas de ajonjolí de procedencia nacional resultaban tóxicos para los animales de ensayo, efecto que se pudo relacionar con un contenido elevado de selenio (3).

Por esta razón nos ha parecido de interés estudiar el contenido de selenio en lotes de semillas tanto de Venezuela como de otras regiones, comparar los resultados y en tal forma evaluar la procedencia de lotes con alto contenido de este elemento.

MATERIAL Y METODOS

Las muestras de ajonjolí procedentes de Venezuela fueron recolectadas de diversas regiones, para lo cual se dispuso de personal que recorrió varias zonas y otras fueron remitidas por organismos estatales agrícolas de diversos sitios del país.

En lo referente a las muestras de procedencia internacional, solicitamos a diferentes Estaciones Agrícolas Experimentales de varios países y a dependencias de la FAO el envío de semillas de ajonjolí, obteniendo por este medio 69 muestras de diferente procedencia.

Las semillas se trituraron y fueron extraídas con hexano en un aparato Soxhlet. En el residuo seco se determinó el contenido de selenio por el método fluorométrico con 2,3 diaminaftaleno descrito por Hoffman *et al.* (4) utilizando en este

caso la mezcla de digestión según Cummings (5) y el lavado del reactivo según Ewan y colaboradores (6). Los resultados se expresan como partes por millón (p.p.m.) de selenio en el material seco y libre de grasa.

El descorticado de las semillas se efectuó por hervor durante 5 minutos en una solución de hidróxido de sodio al 0.5%. Se separó la semilla de la cáscara por flotación, lavándose ambas porciones con agua hasta ausencia de reacción alcalina.

RESULTADOS

La procedencia de las muestras recibidas y su contenido de selenio se presentan en la Tabla 1. Se observa que de un total de 136 muestras, 32% tenían más de 3 ppm y 39% menos de 1 ppm. De las primeras, el 59% era cultivadas en el país, siendo las demás procedentes de otras naciones.

Los valores más altos se encontraron en semillas de ajonjolíes venezolanos; sin embargo, pudieron hallarse cantidades superiores a 3 ppm de selenio también en muestras provenientes de la República Centroafricana, Alto Volta, Madagascar, Kenya, Tchad, India, Japón, Puerto Rico, México y los EE.UU. de Norteamérica.

La distribución del selenio en las semillas se presenta en la Tabla 2. Es evidente que la concentración de este elemento en la cáscara es muy baja. La ausencia de selenio en el aceite ya se había demostrado anteriormente (3) y por esta razón no se ha repetido el análisis correspondiente.

DISCUSION

No existe un criterio uniforme sobre el límite tolerable del selenio en alimentos para consumo humano ni en los destinados para alimentación animal. Tanto en la legislación norteamericana como en la canadiense (4), el contenido de selenio permitido en alimentos de consumo humano es cero, mientras que en el Código Latinoamericano de Alimentos (7) se fija para este elemento el límite de 0.3 ppm en sólidos y de 0.05 ppm en líquidos.

Es conocido que los efectos del selenio dependen, entre otros factores, de la forma bajo la cual se ingiere este ele-

mento, siendo la toxicidad de la forma orgánica, que es la que generalmente se encuentra en los alimentos, menor que la observada para sus sales inorgánicas en condiciones de ingesta oral por ratas (8). Según experiencia propia obtenida de nuestros ensayos con ratas, un contenido de 3 ppm de selenio orgánico aportado por la torta de ajonjolí es capaz de producir un retardo sobre el crecimiento, al cabo de pocas semanas (9). Desafortunadamente, todavía no se conocen con exactitud los efectos respectivos de este elemento en el organismo humano, existiendo tan sólo algunas observaciones sobre este particular (10).

Los datos indicados en el presente trabajo, sobre el contenido de selenio en ajonjolíes cultivado en diversos países, deben tomarse como indicio de la existencia de suelos seleníferos. Las variaciones en la cantidad de selenio en muestras de semillas procedentes de un mismo país indica que las zonas seleníferas son de extensión más o menos limitada.

Es muy posible que también otros alimentos provenientes de estas zonas contengan cantidades más o menos elevadas de selenio. Entre las muestras de cereales, leguminosas y oleaginosas analizadas en los laboratorios de este Instituto y provenientes de las zonas seleníferas del país, el valor más alto de selenio se encontró en semillas de ajonjolí extraídas y era de 48 ppm. En las otras muestras se encontraron los siguientes valores máximos (en ppm): arroz, 18; maíz, 14; frijoles, 4; almendras de algodón extraídas, 12 (11). Ortiz y Carrasquero (12) han estudiado recientemente 50 diferentes productos vegetales provenientes de zonas agrícolas de Venezuela con suelos altos en selenio, encontrando el valor más alto (54 ppm) en el "cuji" (*Poponex flexuosa*). Todas estas muestras provienen de la misma región del país.

El uso de productos con elevado nivel de selenio utilizados en la fabricación de alimentos destinados específicamente para los programas de suplementación nutricional a niños malnutridos debe estudiarse cuidadosamente, ya que con esta aplicación se busca una elevada retención proteica que podría estar acompañada de una igualmente elevada retención de selenio. Desafortunadamente, según los datos de la Tabla 2, el descortado de las semillas de ajonjolí no reduce el nivel de selenio, sino lo aumenta, ya que prácticamente todo el contenido de este elemento se halla localizado en el interior de la semilla.

TABLA 1
CONTENIDO DE SELENIO EN SEMILLAS DE AJONJOLI DE DIFERENTE PROCEDENCIA

PROCEDENCIA	No. de muestras	SELENIO EN P.P.M.			
		0 - 1	1 - 3	> 3	Valor máximo
BRASIL. Instituto Agronómico de Campinas. S. P.	2	1	1	-	2.5
COLOMBIA. Municipio de San Luis, Tolima.					
ECUADOR. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Manabi	5	-	5	-	2.7
ESTADOS UNIDOS. Beltsville	2	2	-	-	0.2
" " California	3	-	2	1	4.0
" " Texas	8	5	3	-	1.7
GUATEMALA. Caballo Blanco, Retalhuleu	8	8	-	-	0.0
GUATEMALA. Cuyuta, Escuintla	2	2	-	-	0.2
HAUTE VOLTA. Station Experimentale de Niangoloko	4	1	2	1	4.4
INDIA. (C.F.T.R.I.) Mysore	2	-	-	2	6.8
INDIA. Indian Agricultural Research Institute. Nueva Delhi	1	-	1	-	1.9
IRAN. Food & Nutrition Institute. P. O. Box 3234, Teheran	3	3	-	-	0.3
ISRAEL Volcani Institute of Agricultural Research Plant Introduction Service. Beit Dagan	8	5	3	-	2.6
JAPON. Biol. Inst. Toyama Univ.	1	-	-	1	7.1

TABLA 1 (Continuación)

CONTENIDO DE SELENIO EN SEMILLAS DE AJONJOLI DE DIFERENTE PROCEDENCIA

PROCEDENCIA	No. de muestras	SELENIO EN P.P.M.			Valor máximo
		0 - 1	1 - 3	> 3	
KENYA. Western Agricultural Research Station, Kakamega	3	3	-	-	0.0
KENYA. Nyanza Agric. Res. Sta. " Coast Agricultural Research Station	1	-	-	1	3.5
MADAGASCAR. Station Agronomique du Lac Alaotra	6	-	4	2	3.9
MEXICO. Campo Agr. Exp. de Antúnez, Michoacán	11	4	2	5	9.9
NIGERIA	6	1	4	1	3.2
PUERTO RICO. Agricultural Experiment Station, Río Piedras	1	-	-	1	3.6
REPUBLIQUE CENTRAFRICAINE Grimari Station	11	8	2	1	3.8
REPUBLIQUE FEDERALE DU CAMEROUN Plateau du Adamaoua	2	2	-	-	0.4
SUDAN	1	-	-	1	3.2
TCHAD. Fort Lamy	3	2	-	1	5.1
VENEZUELA, Edo. Portuguesa	28	3	4	21	47.6
" " Barinas	2	-	-	2	41.0
" " Falcón	1	-	1	-	1.2
" " Cojedes	2	-	-	-	5.3
" " Trujillo	1	-	-	1	4.6
" " Aragua	2	2	-	-	0.2
" " Yaracuy	3	1	2	1	1.1
" " Guárico	1	-	1	-	2.3
TOTAL	136	54	38	44	-

TABLA 2

CONTENIDO DE SELENIO EN SEMILLAS DE AJONJOLI ENTERAS,
EN SEMILLAS DESCORTICADAS Y EN LA CÁSCARA
(Partes por millón)

Lote	Semillas enteras	Semillas descorticadas	Cáscaras
414	7.1	7.4	0.51
416	5.9	6.4	0.48
417	6.1	6.5	0.43

El resultado de este experimento demuestra al mismo tiempo que el selenio se encuentra en una forma insoluble, porque no se observó ninguna disminución en su contenido después del tratamiento en caliente con hidróxido de sodio al 0.5% y el lavado subsiguiente. Por lo tanto, la eliminación de la cáscara mediante el procedimiento descrito no es efectiva en reducir el contenido de este elemento.

Al mismo tiempo hay que recordar que se han encontrado valores de selenio muy bajos en la sangre de niños que sufrían de kwashiorkor, en comparación con niños normales, y que la administración de seleniato estimuló el aumento de peso y la reticulocitosis en estos casos (13). Por lo tanto, se estima que un contenido mínimo de selenio en alimentos suplementarios para niños malnutridos pudiera ser beneficioso.

En conclusión, estas observaciones sobre el contenido de selenio en semillas de ajonjolí de variada procedencia respaldan la conveniencia de un control sistematizado sobre el contenido de este elemento en productos utilizados en la manufactura de mezclas de alto valor biológico.

Los ingredientes en alimentos de esta naturaleza son, entre otros, cereales, leguminosas o tortas de oleaginosas especialmente procesadas. De tal manera, el uso de algunos de estos renglones en forma sistemática para la elaboración industrial de productos alimenticios, destinados principalmente para la

alimentación infantil y procedentes de zonas potencialmente seleníferas y no detectadas como tales, podría traer consecuencias no deseables desde el punto de vista de salud pública. Esta posibilidad, aunque no deja de ser una conjetura, no puede tampoco descartarse si consideramos los resultados que aquí se presentan.

SUMMARY

Selenium content of sesame (*Sesamum indicum*) samples from different countries

Selenium was determined in 136 samples of fat free sesame seeds, 40 from Venezuela and 96 samples from other 19 countries. Of the samples, 39% contained less than 1 ppm of selenium, 29% contained between 1 and 3 ppm and 32% contained over 3 ppm. The highest value was 48 ppm in a sample from Venezuela. Values higher than 3 ppm were detected in samples from the following countries: Central African Republic, Haute Volta, Madagascar, Nigeria, Sudan, Kenya, Tchad, India, Puerto Rico, Japan, Mexico, and USA. The existence of seleniferous zones in all these countries is likely. Descortication or extraction of this seeds did not reduce the selenium content.

The possible implications of these observations, especially for the production of high protein supplementary foods, are discussed, and it is recommended that selenium determinations of the ingredients of such product are always made.

BIBLIOGRAFIA

- (1) Parpia, W. A. B.—Development of food mixes for preschool children in India. In "Pre-school child Malnutrition. Primary Deterrent to Human Progress". National Academy of Sciences National Research Council Publ. No. 1282, Washington, 1966.
- (2) Scrimshaw, N. S., R. L. Squibb, R. Bressani, M. Béhar, F. Viteri y G. Arroyave.—Mezclas de proteínas vegetales para la alimentación de niños lactantes y pre-escolares. Boletín Ofic. San. Panam. Supl. No. 3, 86-101, 1959.
- (3) Jaffé, W. G., J. F. Chávez y B. Koifman.—Estudios preliminares sobre la toxicidad de muestras de ajonjolí con alto contenido de selenio. Arch. Venez. Nutr. 14, 7, 1964.
- (4) Hoffmann, I., R. J. Westerby y M. Hidiroglou.—Precise fluorometric microdetermination of selenium in agricultural materials. J. Assoc. Offic. Anal. Chem. 51, 1039-1042, 1968.
- (5) Cummings, L. M., J. L. Martin y D. D. Maag.—An improved method for determination of selenium in biological material. Anal. Chem. 37, 430, 1965.

- (6) Ewan, R. C., C. A. Bowmann y A. L. Pope.—Determination of selenium in biological materials. *Agr. Food Chem.* 16, 212, 1968.
- (7) "Código Latinoamericano de Alimentos", Estab. Gráfico "SIDUS", 2ª edición, Buenos Aires, 1964.
- (8) Chávez, J. F. y C. A. Baumann.—Toxicidad de una torta de ajonjolí y de trigo con alto contenido de selenio en comparación al selenito de sodio. *Bol. Soc. Química del Perú*, Vol. 42, 14-19, 1966.
- (9) Chávez, J. F. y W. G. Jaffé.—Nivel tóxico de selenio en dietas para ratas. *Arch. Latinoamer. Nutr.* 17, 69, 1967.
- (10) Cooper, W. C.—"Selenium toxicity in man", in: Muth, O. H., Oldfield, J. E. & Weswig, P. H., editores "Selenium in Biomedicine". The Avi Publ. Comp. Westport Conn. 1967.
- (11) Jaffé, W. G., J. F. Chávez y M. C. Mondragón.—Contenido de selenio en alimentos venezolanos. *Arch. Latinoamer. Nutr.* 17, 59, 1967.
- (12) Ortiz, D. y A. Carrasquero.—Investigación sobre posibles zonas seleníferas en Venezuela. *Agron. Trop. (Maracay)* 17, 369, 1968.
- (13) Hopkins, Jr., L. L. & A. S. Majal.—Selenium in human Nutrition, in Muth, O. H., Oldfield, J. E. & Weswig, P. H., editores "Selenium in Biomedicine", pág. 203. The Avi Publ. Coml. Westport Conn. 1967.