

Contenido de selenio en alimentos venezolanos

W. G. JAFFÉ, J. F. CHÁVEZ Y M. C. DE MONDRAGÓN
Instituto Nacional de Nutrición
Caracas-Venezuela

RESUMEN

De 138 muestras vegetales de procedencia nacional, 72 tenían un contenido de selenio por encima de 3 ppm y 39 por encima de 10 ppm. Dos muestras de semilla desgrasada de *Lecythis ollaria* presentaron un contenido de 5100 y 8100 ppm de Se.

En 47 muestras de alimentos comerciales para consumo humano y 40 de alimentos industriales para animales se hallaron 24 muestras con valores de selenio superiores a 3 ppm.

Se discuten algunas posibles implicaciones de estas observaciones sobre la Salud Pública.

INTRODUCCION

En el curso de ensayos biológicos efectuados en este laboratorio con el objeto de estudiar nuevas fuentes de proteínas de bajo costo para empleo en la alimentación humana, tuvimos la oportunidad de observar manifestaciones de intoxicación en las ratas a las cuales se les suministraba una alimentación preparada con tortas de ajonjolí nacional y se logró relacionar la toxicidad de las dietas con el contenido de selenio en el ajonjolí utilizado en su preparación (1). Toda vez que estos resultados sugieren la existencia de zonas seleníferas en el país, se ha iniciado un estudio más a fondo del problema con objeto de ubicar y establecer la extensión de tales zonas y de lograr una apreciación de la magnitud del problema. En la presente publicación se informa sobre los resultados obtenidos hasta la fecha.

MATERIAL Y METODOS

Parte del material analizado fue recolectado en viajes por diversas zonas del país. Algunas muestras fueron recibidas de estaciones agrícolas regionales. Otras fueron adquiridas en el mercado local, desconociéndose su procedencia. Además se han recibido muestras de tortas residuales de varias fábricas nacionales de aceite.

Las semillas de ajonjolí (*Sesamum indicus*), maní (*Arachis hypogaea*) y coco de mono (*Lecythis ollaria*) fueron trituradas y desgrasadas por extracción con éter etílico antes de efectuar el análisis.

Una muestra de aceite de ajonjolí se preparó en el laboratorio por extracción con hexano durante 6 horas de una muestra de esta oleaginosa que contenía 20 ppm de selenio; la otra muestra era un producto comercial obtenido por el proceso "Expeller".

En las determinaciones de selenio se utilizó el método de Dye y colaboradores (2) con las modificaciones que se describen a continuación. Con fines comparativos se incluyen resultados obtenidos aplicando el método de Kelleher y Johnson (3).¹

Método de Dye y col. (2) modificado:

- 1) Pesar exactamente de 200 a 300 mg. de la muestra en una cápsula de metil-celulosa a la cual se le adapta una mecha de papel de filtro que conecta el filamento de platino con la cápsula.

Quemar la muestra en atmósfera de oxígeno empleando un frasco de ignición Schöniger de 2 lts. que contenga 20 ml. de agua bidestilada y provisto de un agitador magnético.

Dejar en reposo durante cinco minutos en la cabina y luego agitar con el agitador magnético durante diez minutos.

- 2) Filtrar la solución a través de papel de filtro SS banda blanca.
- 3) Tomar una alícuota de 10 cc. de filtrado y llevar a un tubo con tapa esmerilada.

¹ Estos últimos experimentos fueron efectuados por uno de nosotros (J. F. Ch.) en el Departamento de Bioquímica de la Universidad de Wisconsin, Madison, Wisconsin, U.S.A.

- 4) Acidificar la alícuota con ácido fórmico concentrado hasta un pH entre 2 y 2.4.
- 5) Añadir 1 ml. de sol. de tetrahidrocloruro de 3,3'-diaminobenzidina (DAB).²
- 6) Dejar en reposo durante una hora o más en la oscuridad.
- 7) Añadir 1 ml. de sol. 0.1 N de ácido etilendiaminotetraacético (EDTA).
- 8) Ajustar el pH a 7.8 con NH₄OH conc.
- 9) Llevar a un volumen de 15 cc. con H₂O bidestilada.
- 10) Añadir 8 ml. de tolueno y agitar fuertemente durante 15 segundos.
- 11) Separar el sobrenadante y llevarlo a un tubo Coleman.
- 12) Centrifugar para clarificar el sobrenadante.
- 13) Leer en el fotofluorómetro Coleman, con los filtros recomendados para el análisis de riboflavina (emisión 436 mu. y absorción 560 mu.) y calibrando a 80 divisio-

TABLA N° 1

CONTENIDO DE SELENIO EN MUESTRAS DE AJONJOLI.
COMPARACION DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS CON
DOS METODOS ANALITICOS DIFERENTES.

Lote	Método A	Método B modificado
1	38.5	36.8
5	9.4	9.9
6	29.7	28.1
9	4.5	5.0
11	28.3	24.7
13	2.0	2.0
27	41.8	41.0
28	15.3	13.9
31	26.8	27.9
43	11.7	12.0
44	16.4	16.7

A - Método de Kelleher y Johnson (3).

B - Método de Dye y col. (2) modificado.

² The G. Frederik Smith Chemical Co., Columbus, Ohio, U.S.A.

nes con una solución de fluoresceína sódica de 0,1 mcg./ml.

Es imprescindible utilizar agua bidestilada libre de fluorescencia y cuidar que la muestra se quemé completamente porque trazas de material no quemado producen fluorescencia no debida a selenio. Tanto el material de vidrio como los filamentos de platino deben ser limpiados con frecuencia utilizando mezcla sulfonítrica caliente.

En la Tabla 1 se demuestra que el método de Dye y col. (2), efectuando la combustión de la muestra con atmósfera de oxígeno en un frasco Schöniger, en las condiciones descritas, da resultados muy similares al de Kelleher y Johnson (3), usando diluición isotópica. Por lo tanto, se seleccionó el primero por ser más práctico e indicado para estas determinaciones. Solamente para el análisis de muestras de aceite de ajonjolí comercial se utilizó la digestión líquida con ácido perclórico y nítrico (4).

RESULTADOS

En las tablas 2 y 3 se exponen los valores de selenio hallados en las muestras analizadas. De las 138 muestras de vegetales 99 presentaron un contenido de selenio que variaba entre 0 y 10 ppm y 39 sobrepasaron el nivel de 10 ppm. El análisis practicado en las dos muestras desgrasadas de coco de mono remitidas a este laboratorio como responsables de intoxicaciones agudas en humanos (5) arrojó un resultado de 5100 y 8100 ppm. de selenio. En las muestras de ajonjolí, tanto de semillas desgrasadas en el laboratorio como en tortas industriales, se observaron 33 casos del total de 60 analizadas, con valores de más de 10 ppm de selenio, siendo el valor más alto de 48 ppm. Una sola muestra de las recibidas de arroz, maíz y leguminosas (caraotas, *Phaseolus vulgaris*; soya, *Glicina soja*; frijoles, *Vigna sinensis*) sobrepasó el límite de 10 ppm.

En los alimentos elaborados no se pudo hallar un contenido de selenio superior a 8 ppm; el porcentaje de muestras con más de 3 ppm fue de 13.8%. Ninguno de los productos elaborados para uso humano contenía más de 3 ppm de selenio.

Se han analizado además 2 muestras de aceite de ajonjolí, una preparada en el laboratorio por extracción con hexano de semillas con un contenido de selenio de 25 ppm y otra de un aceite comercial nacional. En ambos casos se encontró un nivel de 0.3 ppm de selenio.

TABLA N° 2

TOTAL DE ANALISIS DE MUESTRAS VEGETALES, CLASIFICADOS DE ACUERDO A SU CONTENIDO DE SELENIO

MUESTRA	N° de análisis	SELENIO EN P. P. M.			Contenido máximo de selenio hallado en cada vegetal
		0—3	3—10	10	
Ajonjolí (semillas)	40	13	4	23	48 p.p.m.
Ajonjolí (tortas)	20	4	6	10	43
Maíz	29	17	11	1	14.3
Leguminosas	21	14	6	1	12.0
Maní	12	11	1	—	4.5
Arroz	10	6	3	1	18.1
Algodón	2	—	1	1	11.6
Trigo	1	1	—	—	1
Cebada	1	—	1	—	3.9
Coco de mono	2	—	—	2	8.100

TABLA N° 3

DETERMINACIONES DE SELENIO EN ALGUNOS PRODUCTOS ELABORADOS

MUESTRA	N° de análisis	SELENIO EN P. P. M.			
		0—1	1—3	3—6	6
Alimentos industriales para animales	40	9	13	12	6
Productos elaborados a base de maíz para consumo humano	25	17	8	—	—
Productos elaborados a base de arroz para consumo humano	13	10	3	—	—
Productos elaborados a base de cereales para consumo infantil	9	5	4	—	—
Aceite de ajonjolí	2	2	—	—	—

En la Fig. N^o 1 se presenta un mapa de Venezuela en el cual se señalan los sitios de donde proceden las muestras analizadas. Hasta el presente no hemos logrado todavía obtener muestras de alimentos producidos en todas las regiones del país. Las muestras con alto contenido en selenio provenían, en su gran mayoría, de las zonas adyacentes a los Andes en los Estados Portuguesa, Barinas, Cojedes y Lara. La muestra de coco de mono procedía del Estado Anzoátegui, donde no se han encontrado hasta ahora otros productos con un contenido elevado de selenio.



DISTRIBUCION DE MUESTRAS DE VEGETALES DE ACUERDO
A SU CONTENIDO DE SELENIO

- 0-3 P.P.M. Se
△ 3-10 " "
□ >10 " "

DISCUSION

Los resultados analíticos presentados respaldan nuestras observaciones anteriores (1) sobre la presencia de elevadas cantidades de selenio en diversos productos agrícolas nacionales y demuestran la existencia de una zona extensa ubicada en la región Oeste-Centro, de donde provenía la gran mayoría de las muestras con alto contenido de selenio. Las altas concentraciones de selenio en alimentos venezolanos puede representar cierta gravedad, ya que muchas de estas muestras procedían de la zona de Turén en el Estado Portuguesa, centro de gran importancia en la producción agrícola del país. La información aquí presentada no permite todavía ubicar otras zonas seleníferas ni relacionar nuestras observaciones con datos edafológicos.

Es difícil estimar la importancia práctica de las observaciones señaladas. Sin embargo, el gran porcentaje de las muestras de ajonjolí de producción nacional con un contenido de selenio por encima de 3 ppm y el hecho de que las muestras restantes provenían de zonas de muy escasa importancia en la producción de esta oleaginosa permite la conclusión de que prácticamente todo el ajonjolí nacional tiene un elevado contenido de este elemento. Esto también se deduce de los análisis de tortas industriales de ajonjolí preparadas de semillas nacionales que siempre resultaron con alto contenido de selenio.

Estos hallazgos nos han impedido realizar mayores progresos en la utilización de tortas de ajonjolí para la elaboración de alimentos ricos en proteínas para empleo humano. Respecto a otras oleaginosas no tenemos todavía la suficiente experiencia; sin embargo, hemos encontrado una muestra de semillas de algodón de producción nacional con un contenido de selenio de 11.5 ppm (Tabla 2).

Para poder evaluar el significado de estos resultados en relación a la salud pública del país hacen falta conocimientos más precisos acerca de los límites tolerables de selenio en alimentos consumidos tanto por adultos como niños y también para animales de importancia en la alimentación humana. El Código Latinoamericano de Alimentos (6), por ejemplo, señala un límite permisible de 0.3 ppm de selenio, valor sobrepasado significativamente por gran parte de los alimentos a

base de cereales elaborados en el país (Tabla 3). En ensayos biológicos hemos observado que dietas con 5 veces esta cantidad de selenio proveniente de tortas de ajonjolí no resultaron tóxicas para ratas, no afectándose la reproducción ni el crecimiento (7). Ahora bien, es conocida la gran disparidad de tolerancia a este elemento entre distintas especies, hecho que hace difícil sacar conclusiones aplicables a humanos. Además, se conoce poco sobre la influencia de factores fisiológicos como edad, estado nutricional, etc., sobre la toxicidad. Es posible que en niños malnutridos la tolerancia sea distinta a la de individuos normales. Por estas razones es aconsejable mantener un estricto control sobre el contenido de selenio en alimentos y especialmente aquellos elaborados para la recuperación de niños con malnutrición. El hecho de que se usan extensamente las tortas de ajonjolí para la alimentación animal obliga a mantener un control sobre el contenido de selenio de esta materia prima.

Todavía se desconoce la relación entre la existencia de zonas seleníferas y la salud de la población local. Por tener algunas de estas zonas escasas vías de comunicación la alimentación de sus pobladores es indudablemente a base de los alimentos producidos localmente con la posibilidad de que resulte una mayor ingesta de productos seleníferos. En cambio, en zonas con un intenso intercambio comercial, por ejemplo, en los Estados Unidos, no se han notado efectos muy serios en humanos en aquellas regiones donde existen elevados niveles de selenio en los suelos (8).

SUMMARY

Selenium analysis in 138 plant samples of different agricultural regions of Venezuela showed that 72 contained over 3 ppm and 39 10 ppm of this element. Two samples of defatted seed of *Lecythis ollaria* had 5100 and 8100 ppm of Se.

In 12 of 47 commercial human foods and in 12 of 40 industrial animal feeds the selenium level was 3 ppm or more.

Some of the possible public health implications of these findings in Venezuela are discussed.

BIBLIOGRAFIA

- (1) Jaffé, W. G., J. F. Chávez, B. Koifman.—Estudios preliminares sobre la toxicidad de muestras de ajonjolí con alto contenido de selenio. *Arch. Ven. Nut.* 14, 7-23 (1964).
- (2) Dye, W. G., E. Bretthauer, H. J. Seim & C. Blincoe.—Fluorometric determination of Selenium in Plants and Animals with 3,3'-Diaminobenzidine. *Anal. Chem.* 35, 1687-93 (1963).
- (3) Kelleher, W. J. & H. J. Johnson.—Determination of Traces of Selenium in Organic matter. Combined spectrophotometric and Isotope Dilution Method. *Anal. Chem.* 33, 1429-1932 (1961).
- (4) Cummins, L. M., J. L. Martin & D. D. Maag.—An improved method for determination of Selenium in Biological Material. *Anal. Chem.* 37, 430-431 (1965).
- (5) Kerdel-Vegas, F.—Efecto depilatorio del coco de mono (*Lecythis ollaria*). *Rev. Dermatol. Venez.* 4, 110-185 (1964).
- (6) Código Latinoamericano de Alimentos. Octavo Congreso Latinoamericano de Química, 2ª edición, 1964.
- (7) Chávez, J. F. & W. G. Jaffé.—Nivel tóxico de selenio en dietas. *Arch. Latinoamer. Nut.* 17, 69-76 (1967).
- (8) Smith, M. I. Westfall.—Further field studies on the selenium problem in relation to public health. *Public Health Repts. (U.S.A.)* 52, 1375-1384 (1938).