

Selenio en alimentos y en orina de escolares de diferentes zonas de Venezuela

MARÍA CRISTINA DE MONDRAGÓN Y WERNER G. JAFFÉ

División de Investigaciones
Instituto Nacional de Nutrición
Caracas - Venezuela

RESUMEN

Se determinó el contenido de selenio en 268 muestras de alimentos vegetales, 59 muestras de alimentos animales y en 1055 muestras de orina, procedentes de diversas zonas del país. De acuerdo a los niveles de selenio hallados, se ha procedido a señalar las zonas de mayor y menor abundancia de este elemento. El promedio total de excreción urinaria de selenio en 1055 niños escolares era 0.1517 mcg/ml. ó de 0.2067 mcg/mg de creatinina siendo el mayor promedio local de 0.627 mcg/ml y el mayor valor individual 3.9 mcg/ml. Las muestras de alimentos de contenido elevado en selenio fueron recolectadas en las zonas donde la excreción urinaria fue igualmente elevada. Se discute la importancia de las tortas seleníferas de ajonjolí usadas en la fabricación de alimentos para vacas y gallinas como posible origen del selenio hallado en muestras de leche y huevos, cuyos valores promedios eran 0.115 y 1.52 ppm respectivamente.

No se encontraron diferencias entre los valores de coproporfirina en orinas procedentes de una zona selenífera y una normal.

INTRODUCCION

En una publicación anterior de este laboratorio se informó sobre altos niveles de selenio en algunos alimentos venezolanos (1). Este hallazgo nos condujo a tratar de localizar exactamente el origen de dichos alimentos. En un primer estudio al respecto se logró ubicar la procedencia de algunas muestras

vegetales con alto contenido de selenio en una determinada zona del país (2).

Los objetivos en el presente trabajo son: 1. Delinear con mayor exactitud la zona de producción de alimentos con alto contenido de selenio en Venezuela; 2. Aportar datos para poder apreciar el grado de consumo de dichos alimentos en la zona selenífera y a nivel nacional, y 3. Estudiar comparativa y simultáneamente la ingestión y la excreción urinaria de selenio.

MATERIAL Y METODOS

Las muestras de los alimentos analizados fueron adquiridas localmente de los mismos productores mediante agentes agrícolas, para asegurar que fueran de producción local, y las de Caracas se compraron en el mercado público. Las muestras de orinas se obtuvieron en su mayoría de niños de 7 - 16 años de edad y fueron recolectadas en las escuelas ubicadas en las zonas estudiadas. Fueron preservadas con ácido clorhídrico para su ulterior transporte a Caracas, donde se guardaron bajo refrigeración (4°C) hasta el momento de su análisis.

La obtención de las muestras de orina formó parte de un programa cuyo objetivo principal era estudiar la excreción de yodo en niños de edad escolar y que fue planificado por la División de Investigaciones y desarrollado por el Departamento de Epidemiología y Socio-Antropología de este Instituto. De las 566 poblaciones del país que cuentan con un servicio de salud, la Oficina de Estadística seleccionó un número representativo de poblados en las distintas zonas. Por haberse observado con anterioridad una excreción de selenio anormalmente elevada en Villa Bruzual (Estado Portuguesa) y para comprobar esta observación, se efectuó una segunda toma de muestra en esta localidad. Los resultados de ambas recolecciones se han incluido en la Tabla 4, mientras que en la Tabla 3 sólo se incluyen los valores de las muestras correspondientes a la primera recolección para no cambiar la planificación estadística original de la toma de muestras.

Para el análisis de selenio se usó el procedimiento de Cummings y col. (3), pero usando el 2,3-diaminonaftaleno en sustitución de la 3,3-diaminobenzidina como reactivo acomplejante del selenio. De esta forma se aumenta la sensibilidad del

método y se evita tener que llevar las soluciones a pH 7-8 como recomienda el método original, ya que el complejo entre este reactivo y el selenio es extraíble de soluciones ácidas con el solvente orgánico (4). La purificación del 2,3-diaminonafaleno se efectuó según Ewan y col. (5) y la lectura fluorométrica según Hoffman y col. (6).

Para comprobar la exactitud del método se efectuó una prueba con una solución preparada de selenio metálico puro y con 3 muestras de orina que se analizaron en nuestro laboratorio por el método citado y simultáneamente en el Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas por el método de activación por neutrones, usando el isótopo de media vida de 17.5 seg. descrito por Duftschmid y Leibetseder (7)¹. Los resultados obtenidos con los dos métodos en una sola muestra en ningún caso difirieron en más de un 10%.

El análisis de creatinina se efectuó según Folin y Wu (8) y el de la coproporfirina según el método descrito por Natelson (9).

RESULTADOS

Los resultados presentados en la Tabla 1 corresponden a muestras de productos agrícolas de procedencia conocida, los cuales se agrupan de acuerdo al tipo de cultivo y a su contenido de selenio: a) para todo el país, y b) para el Estado Portuguesa, región donde se encontró la mayor proporción de alimentos con alto contenido de selenio. Para lograr una visión más completa, se han incluido en esta tabla algunas de las muestras que han sido objeto ya de una comunicación anterior (2). No se han incluido cultivos de los cuales el número de muestras analizadas era muy reducido.

Las muestras correspondientes a los valores señalados en la Tabla 2 se adquirieron en los mercados de víveres en Caracas y no se conoce su procedencia exacta, aunque todos son de producción nacional. Incluyen leche y huevos, cuyo contenido de selenio refleja la cantidad de este elemento ingerido por los animales con la alimentación. Como ésta consiste en su mayor parte o casi exclusivamente de alimentos industriales, cuya materia prima procede de diferentes lugares del

¹ Agradecemos al señor M. Heurtebise, Sección Química, Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas, su colaboración en la realización de estos análisis.

TABLA N° 1
DISTRIBUCION DE LOS VEGETALES ANALIZADOS DE ACUERDO
A SU CONTENIDO DE SELENIO

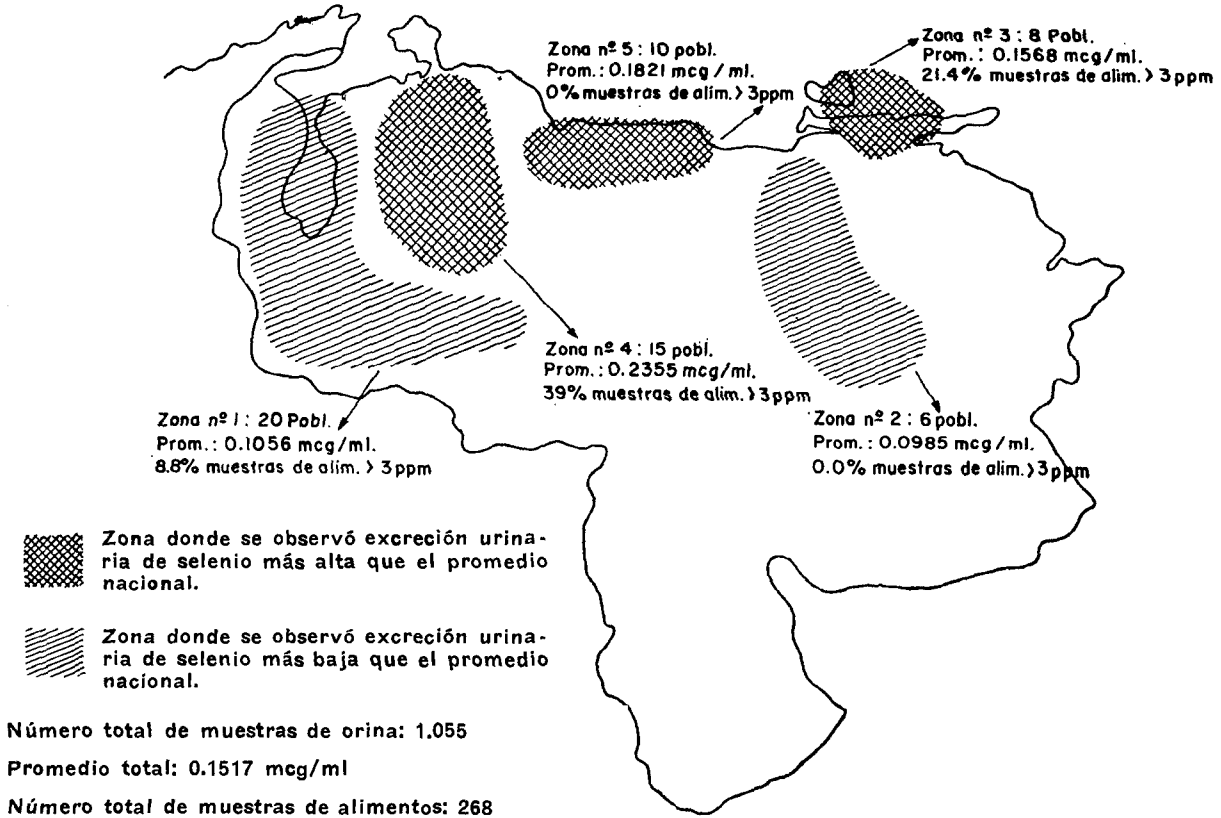
a) En todo el País (268 muestras)					
	No. de muestras	1 ppm	1-3 ppm	3-10 ppm	>10 ppm
Leguminosas	104	76	16	11	1
maíz	83	38	28	15	2
arroz	25	7	12	5	1
ajonjolí	56	13	10	11	22
PORCENTAJE		50 %	24 %	16 %	10 %
b) En el Estado Portuguesa (66 muestras)					
Leguminosas	4	2	-	1	1
maíz	23	8	4	10	1
arroz	11	1	4	5	1
ajonjolí	28	2	3	1	22
PORCENTAJE		19.7 %	16.7 %	25.8 %	37.8 %

TABLA N° 2
SELENIO EN MUESTRAS DE LECHE Y HUEVOS VENDIDOS
EN CARACAS

Muestra	No.	Valor medio	Valores extremos	De áreas no seleníferas *
Leche	24	0.115 ppm	0.050 - 0.206 ppm	0.005 ppm
Huevos	35	1.52 ppm	0.49 - 2.34 ppm	0.056 ppm

* Según Hadjimarkos y Bonhorst (15).

NIVEL DE SELENIO URINARIO Y DE ALIMENTOS EN VENEZUELA, POR ZONAS



Gráfica 1

país, no tenía mucho sentido el ubicar las muestras según su procedencia.

Los valores más altos se encontraron en productos vegetales, a saber, ajonjolí desgrasado 48 ppm, maíz 14.3 ppm, leguminosas 12 ppm. Todas ellas habían sido recolectadas en la zona 2 de la Fig. 1.

Los valores medios de selenio observados en leches y huevos eran de 0.115 ppm y de 1.52 ppm, respectivamente. En estos casos no se encontró muestra alguna exenta de este elemento y la variación era mucho menor que en las muestras vegetales (Tabla N^o 2).

En la Tabla N^o 3 se presentan los resultados de 1055 muestras de orinas analizadas, calculados tanto en relación al volumen de orina como por mg de creatinina.

El promedio general de selenio encontrado fue de 0.1517 mcg/ml o de 0.2067 mcg/mg de creatinina. El valor absoluto más elevado era de 3.9 mcg/ml (o ppm), hallado en la orina de un escolar residenciado en Villa Bruzual, zona de donde procedían también las muestras de alimentos con mayor contenido de selenio. Por esta razón se repitió la recolección de muestras en esa población, de manera que se analizó un total de 81 muestras de orina, cuyo contenido promedio era de 0.6270 mcg/ml de selenio, es decir, muy superior al promedio general de 0.1517 mcg/ml. En la Tabla 4 se comparan dichos valores con aquellos obtenidos en la zona de menor excreción y en la Tabla 5 se señalan los niveles de coproporfirina urinaria en relación con la excreción de selenio en un grupo selecto de niños.

Se establecieron 5 zonas en el país según el nivel de selenio encontrado en la orina de los escolares (Gráfica 1). En dos de ellas se hallaron cifras superiores al promedio nacional y en dos se observaron cifras inferiores al mismo, mientras que el promedio de la zona 5 era casi igual al promedio nacional. De las 27 poblaciones ubicadas en las 2 zonas con cifras altas, 19 tenían niveles de excreción superiores al promedio general, mientras que en las 29 poblaciones de las otras 3 zonas sólo en 4 se obtuvieron valores altos de excreción. Todos éstos procedían de la Isla de Margarita, cuyo índice de excreción promedio era de 0.157 mcg/ml, es decir, muy cerca al promedio general. Aunque el contenido de selenio de los alimen-

TABLA N° 3
EXCRECION URINARIA DE SELENIO EN ESCOLARES DE DISTINTAS ZONAS DE VENEZUELA EN MCG/ML (PPM)

Zonas	No. de muestras	No. de poblaciones	Valor mínimo promedio por población	Valor máximo promedio por población	Promedios		% muestras entre 0 - 0.2	% muestras entre 0.2 - 0.3	% muestras entre 0.3 - 0.4	% muestras de 0.4
					mcg Se/ml.	mcg Se/mg creat.				
<u>No. 1</u>	306	20								
Estados :										
Zulia	100	7	0.0676 ^{1/}	0.1469 ^{1/}	0.1145	0.1520				
Mérida	48	3	0.0799	0.1278	0.1017	0.1706				
Táchira	103	6	0.0893	0.1623	0.1103	0.1543				
Barinas	55	4	0.0450	0.1733	0.0958	0.1783				
PROMEDIO					0.1056	0.1638	89.0	8.4	1.0	1.6
<u>No. 2</u>										
Estados :	135	6								
Anzoátegui	69	3	0.0704	0.1040	0.0866	0.1229				
Bolívar	66	3	0.0870	0.1310	0.1104	0.0805				
PROMEDIO					0.0985	0.1017	91.2	8.0	0.8	
<u>No. 3</u>										
Estados :	118	8								
Sucre	58	4	0.1179	0.1798	0.1431	0.1902				
Nueva Esparta	60	4	0.1176	0.2173	0.1704	0.2129				
PROMEDIO					0.1568	0.2016	70.6	22.7	5.1	1.6
<u>No. 4</u>										
Estados :	270	15								
Falcón	72	4	0.1071	0.2374	0.1756	0.3471				
Lara	76	4	0.1967	0.2964	0.2261	0.2964				
Trujillo	44	3	0.1341	0.2091	0.1838	0.2515				
Yacuy	15	1	-	0.2080	0.2080	0.1773				
Portuguesa	63	3	0.1238	0.8410	0.3842	0.4067				
PROMEDIO					0.2355	0.2985	51.7	28.0	12.1	8.2
<u>No. 5</u>										
Estados :	226	10								
Aragua	52	3	0.1907	0.8174	0.2033	0.3129				
Miranda	97	6	0.0976	0.2346	0.1808	0.3147				
Distrito Federal	77	1	-	0.1821	0.1622	0.2623				
PROMEDIO					0.1821	0.2966	63.7	27.3	6.3	2.7
PROMEDIO TOTAL ^{2/}					0.1517	0.2067				

¹ Se indican los valores promedios más altos y más bajos de las poblaciones estudiadas.

² Sobre un total de 1055 muestras de orina correspondientes a 59 poblaciones venezolanas.

TABLA Nº 4

VALORES DE EXCRECION URINARIA DE SELENIO EN NIÑOS EN LAS DOS LOCALIDADES DONDE SE
OBSERVARON LOS VALORES PROMEDIO MAS ALTOS Y MAS BAJOS DE LA ENCUESTA (PPM)

	No. de muestras	Promedio	Valor indiv. más bajo	Valor indiv. más alto	% de muestra entre 0 - 0.2	entre 0.2 - 0.3	entre 0.3 - 0.4	> 0.4
Villa Bruzual	81	0.6270	0.093	3.925	9.9	13.6	17.3	59.2
Estado Bolívar	66	0.1104	0.000	0.335	85.2	13.2	1.6	

TABLEA N° 5
EXCRECION URINARIA DE SELENIO Y DE COPROPORFIRINA

	Caracas (19 muestras)	Villia Bruzual (50 muestras)
	Valores promedios	
Selenio	0.116	0.503
Coproporfirina	0.57	0.44

tos cultivados en la zona 5 es siempre menor a 3 ppm, la elevada excreción urinaria puede ser debida a que en esta zona se consume una buena proporción de alimentos cultivados en la zona 4, ya conocida como selenífera.

DISCUSION

Los resultados presentados comprueban que tanto la cantidad de selenio existente en la mayoría de los alimentos venezolanos, como también el nivel de selenio urinario observado en nuestro estudio, son muy elevados al compararlos con los valores señalados por otros autores de zonas no seleníferas (10).

En los análisis de muestras de alimentos se encuentran frecuentemente diferencias muy considerables, inclusive entre muestras provenientes de una misma zona o de un mismo lugar. Esto puede ser debido a diferencias locales en el contenido de selenio de los suelos donde se producen las muestras o a diferencia entre distintos vegetales en la capacidad de captar y acumular este elemento (10). La excreción urinaria refleja probablemente de manera más fiel la situación de ingesta verdadera en una zona estudiada y depende del origen de los alimentos, que pueden ser locales o procedentes de otras zonas del país o importados.

Las oleaginosas, entre ellas el ajonjolí, de mayor cultivo en el país, son especialmente importantes en este aspecto. Todo el selenio es retenido en la torta que queda después de su procesamiento para la extracción del aceite (11).¹ Estas tortas son

usadas posteriormente en la fabricación de alimentos concentrados para animales, y en esta forma el selenio acumulado pasa a los humanos principalmente a través de la carne, leche y/o huevos de los mismos, no solamente en la zona selenífera, sino en todo el país. Los resultados de la Tabla 2 comprueban esta situación para algunos de estos productos comprados en Caracas y cuyo contenido en selenio es elevado. Actualmente el cultivo del ajonjolí en la zona selenífera aporta cerca del 90% de la producción nacional, cifra ésta que tiende a aumentar. Por esta razón se puede esperar que la tasa de selenio en los alimentos mencionados suba todavía más y con ella la ingesta de este elemento para la población venezolana.

Se ha señalado que una excreción urinaria mayor de 0.1 ppm de selenio puede tomarse como indicio de posibles intoxicaciones (12). Otros consideran el límite de 0.2 ppm (13). El valor promedio observado en el presente estudio está considerablemente por encima de la primera de estas cifras limitantes. En las orinas, sobre cuyo análisis se informa en la Tabla 5, el valor límite de 0.1 ppm se encuentra sobrepasado en más del 500%. Sin embargo, la excreción de coproporfirina en la orina, cuya determinación se ha propuesto como ayuda diagnóstica para la seleniosis (14), no era más alta en muestras de orinas de la población escolar de Villa Bruzual que en muestras de Caracas. Se espera estudiar este aspecto con mayor detalle en un trabajo futuro.

Actualmente se están adelantando estudios para investigar si la alta ingesta de selenio tiene repercusiones en el estado de salud de las poblaciones correspondientes, con el fin de establecer un límite de tolerancia de acuerdo con la realidad, y así poder tomar medidas encaminadas a prevenir el desarrollo de posibles intoxicaciones..

SUMMARY

Selenium in foods and in urine of school children from different zones of Venezuela

The results of selenium analysis in 268 vegetable products recollected from different zones of Venezuela as well as those of 59 samples of milk and eggs from Caracas and of 1055 urine samples of school children are presented. The results allow to establish two high-selenium zones from which most of the high-selenium food samples came and where the highest urinary excretion was observed.

The average value in urine for 1055 school children from the whole country was 0.1517 mcg/ml or 0.2067 mcg/mg of creatinine. In the village of highest excretion the average urinary selenium level was 0.627 mcg/ml and the highest individual level was 3.9 mcg/ml.

Milk and egg samples from Caracas had 0.115 and 1.52 ppm of selenium respectively. It is pointed out that these high levels are probably related to the fact that sesame is grown in the most seleniferous region of the country and the press cakes are a very important ingredient of commercial animal feeds.

There was no significant difference in urinary coproporphyrin between two groups of children with high and moderate urinary selenium levels.

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. Venez. Nutr.*, 14: 7-23, 1964.
- (2) Jaffé, W., J. F. Chávez & M. C. Mondragón.—Contenido de selenio en alimentos venezolanos. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, 17: 59-68, 1967.
- (3) Cummings, L. M., J. L. Martin & D. Maag.—An improved method for determination of selenium in biological material. *Anal. Chem.*, 37: 430-431, 1965.
- (4) Watkinson, J. H.—Fluorometric determination of selenium in biological material with 2,3-Diaminonaphtalene. *Anal. Chem.*, 38: 92-97, 1966.
- (5) Ewan, R. B., C. A. Baumann & A. L. Pope.—Determination of selenium in biological materials. *J. Agr. Food Chem.*, 16: 212-215, 1968.
- (6) Hoffman, I., R. J. Westerby & M. Hidiroglou.—Precise fluorometric microdetermination of selenium in agricultural materials. *J. Ass. Offic. Anal. Chem.*, 51: 1039-1042, 1968.
- (7) Duftschmid, K. E. & J. Leibetseder.—Nuclear activation techniques in the life sciences. Atomic Energy Agency, Vienna, 353-361, 1967.
- (8) Folin, O. & H. Wu.—A system of blood analysis determination of creatinine and creatine. *J. Biol. Chem.*, 38: 98-100, 1919.
- (9) Natelson, S.—Porphyrin (in urine), microtechniques of clinical Chemistry. Second edition, 1961, 341-345. Charles C. Thomas, Publisher. Springfield, Illinois, U.S.A.
- (10) Rosenfeld, J. & O. A. Beath.—Selenium, Geobotany, Biochemistry, Toxicity and Nutrition. Academic Press, Inc. New York, 1964.
- (11) Jaffé, W. G., J. F. Chávez & M. C. Mondragón.—Contenido de selenio en muestras de semillas de ajonjolí (*Sesamum indicum*) procedentes de varios países. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, 19: 299-307, 1969.
- (12) Glover, C.—Citado por W. C. Cooper.—Selenium toxicity in men. "Selenium in Biomedicine", Westport, Conn., 1967.
- (13) Smith, M. I. & B. B. Westfall.—Further field studies on the selenium problem in relation to public health. *Pub. Health Repts. (U.S.)*, 52: 1374-1384, 1937.
- (14) Plunkett, E. R.—Manual de Toxicología Industrial. Bilbao, 1968.
- (15) Hadjimarkos, D. M. & C. W. Bonhorst.—The selenium content of eggs, milk, and water in relation to dental caries in children. *J. Pediatrics*, 59: 256-259, 1961.