

## Determinación de los niveles de selenio en alimentos mediante espectrometría de absorción atómica por generación de hidruros: correlación con su aporte en la ingesta diaria

Determination of selenium levels in food using hydride generation atomic absorption spectrometry: correlation with daily dietary intake

DÍAZ-ALARCÓN, J. P.; NAVARRO-ALARCÓN, M.; LÓPEZ-G.<sup>a</sup> DE LA SERRANA, H. y LÓPEZ-MARTÍNEZ, M. C.

Departamento de Nutrición y Bromatología. Facultad de Farmacia. Universidad de Granada. 18071 Granada. España

### RESUMEN

En el presente trabajo se ha llevado a cabo la determinación del contenido en selenio en muestras de distintos alimentos de consumo frecuente (huevo, azúcar, café, sal y aceite) por espectrometría de absorción atómica por generación de hidruros (EAA-GH). Las concentraciones encontradas oscilaron entre no detectable (en sal) y 181.30 ng/g (en yema de huevo). Estos alimentos suponen un aporte de 9.15 g/persona/día en la ingesta total diaria de este elemento en los habitantes de la zona considerada (comarca de Motril).

**Palabras clave:** Selenio. Espectrometría de absorción atómica por generación de hidruros. Aporte en la dieta diaria.

### ABSTRACT

In the present study, the selenium concentrations in food samples of frequent consumption (egg, sugar, coffee, salt and oil) have been determined by hydride generation atomic absorption spectrometry. Selenium concentrations varied from not detectable (in salt) to 181.30 ng/g (in yolk). The daily dietary intake of Se supplied by this source is estimated to be 9.15 g per person per day for the individuals of the study zone (area of Motril).

**Key words:** Selenium. Hydride generation atomic absorption spectrometry. Daily dietary intake.

Recibido: 5-7-1995.

Aceptado: 16-9-1995.

BIBLID [0004-2927(1996) 37:1; 37-42]

## INTRODUCCIÓN

El selenio es un elemento con un interés doble desde el punto de vista biológico: por un lado cabe destacar su carácter esencial, como cofactor enzimático de la glutatión-peroxidasa, enzima encargada de la eliminación de los radicales peróxido en el organismo, que hace que su deficiencia en el hombre se asocie a múltiples trastornos tales como son ciertos tipos de cáncer (1, 2), cardiopatías (3), desórdenes sanguíneos (4), nefropatías (5), ciertas afecciones reumáticas (6), etc.

De otra parte, su carácter tóxico se presenta cuando la ingesta excede a la capacidad de eliminación del organismo. Los síntomas más característicos de este envenenamiento son trastornos nerviosos y vómitos, junto con alteraciones de la presión sanguínea y dificultades respiratorias (7).

Dado este doble comportamiento como elemento tóxico y esencial a determinadas dosis, y a la vista de la no existencia de trabajos sobre este elemento en la zona sur de Granada (Motril), hemos creído de interés realizar la determinación del Se mediante la técnica de EAA-GH en algunos de los alimentos de mayor consumo, tales como el huevo, el aceite, el café, el azúcar y la sal. De esta forma se pretende evaluar el aporte de este elemento desde los alimentos considerados, en la ingesta diaria de los habitantes de esta zona.

## PARTE EXPERIMENTAL

### *Material*

- Recipientes de polietileno.
- Espectrofotómetro de absorción atómica Perkin-Elmer. mod. 1100B, equipado con un generador de hidruros MHS-10.
- Lámpara de cátodo hueco de selenio, Perkin-Elmer, Norwalk, CT.
- Baño de arena termostatzado Investar.

### *Muestreo*

La toma de muestras se realizó en los principales supermercados y establecimientos alimenticios de la zona objeto de estudio (población de Motril), seleccionando a su vez las marcas comerciales de mayor consumo. Posteriormente, fueron transportadas al laboratorio del departamento de Nutrición y Bromatología (Facultad de Farmacia, Universidad de Granada) donde se procedió a su homogeneización y almacenamiento hasta el momento de su empleo en el análisis.

## Método

La mineralización de las muestras se realizó, mediante el método clásico de digestión ácida por vía húmeda, con  $\text{HNO}_3$  c.c. y mezcla  $\text{HNO}_3\text{-HClO}_4$  (4:1) a  $80^\circ\text{C}$  en baño de arena, siguiendo el procedimiento utilizado para la determinación del Se en vegetales y frutas del área considerada optimizado previamente por Díaz-Alarcón y col., (8), el cual es a su vez una modificación del procedimiento propuesto por Palacios y col., (9).

Una vez mineralizadas las muestras, se llevó a cabo la determinación del analito mediante la técnica de EAA-GH (8).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para eliminar el efecto de matriz observado en la determinación de Se mediante este método, la medida de absorbancia obtenida para cada distinto tipo de muestras se correlacionó con la concentración de Se mediante la técnica de adición calibración (Fig. 1).

Las concentraciones de Se encontradas en las muestras consideradas, oscilaron entre no detectada por la técnica analítica en la sal y  $181.30\text{ ng/g}$  en la yema de huevo (Tabla 1).

Al efectuar un estudio comparativo con los resultados determinados por otros autores (Tabla 2), se comprueba la coincidencia en que es el huevo, el que mayor concentración presenta, siendo a su vez la yema la que presenta unos niveles más elevados. Así Mejuto-Martí y col. (10) en Galicia determinaron en huevo blanco un contenido en Se de  $390\text{ ng/g}$  (peso fresco) en la yema y  $67\text{ ng/g}$  (peso fresco) en la clara; en huevo moreno encontraron unos niveles de  $230\text{ ng/g}$  (peso fresco) en la yema y  $85\text{ ng/g}$  (peso fresco) en la clara. En Francia,

Tabla 1.—Concentración de Se en huevo, azúcar, sal, café y aceite (ng/g, peso fresco).

Muestra	N	Rango de Concentración	Concentración media
Huevo			
Yema	2	170.59 - 192.02	181.30
Clara	2	64.47 - 80.93	72.70
Azúcar	2	3.27 - 3.28	3.28
Sal	2	—	ND
Café	2	77.10 - 121.00	99.10
Aceite de			
oliva virgen	1	—	ND
oliva	1	—	127.48
girasol refinado	1	—	ND
girasol refinado	1	—	48.02

## Método

La mineralización de las muestras se realizó, mediante el método clásico de digestión ácida por vía húmeda, con  $\text{HNO}_3$  c.c. y mezcla  $\text{HNO}_3\text{-HClO}_4$  (4:1) a  $80^\circ\text{C}$  en baño de arena, siguiendo el procedimiento utilizado para la determinación del Se en vegetales y frutas del área considerada optimizado previamente por Díaz-Alarcón y col., (8), el cual es a su vez una modificación del procedimiento propuesto por Palacios y col., (9).

Una vez mineralizadas las muestras, se llevó a cabo la determinación del analito mediante la técnica de EAA-GH (8).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para eliminar el efecto de matriz observado en la determinación de Se mediante este método, la medida de absorbancia obtenida para cada distinto tipo de muestras se correlacionó con la concentración de Se mediante la técnica de adición calibración (Fig. 1).

Las concentraciones de Se encontradas en las muestras consideradas, oscilaron entre no detectada por la técnica analítica en la sal y  $181.30\text{ ng/g}$  en la yema de huevo (Tabla 1).

Al efectuar un estudio comparativo con los resultados determinados por otros autores (Tabla 2), se comprueba la coincidencia en que es el huevo, el que mayor concentración presenta, siendo a su vez la yema la que presenta unos niveles más elevados. Así Mejuto-Martí y col. (10) en Galicia determinaron en huevo blanco un contenido en Se de  $390\text{ ng/g}$  (peso fresco) en la yema y  $67\text{ ng/g}$  (peso fresco) en la clara; en huevo moreno encontraron unos niveles de  $230\text{ ng/g}$  (peso fresco) en la yema y  $85\text{ ng/g}$  (peso fresco) en la clara. En Francia,

Tabla 1.—Concentración de Se en huevo, azúcar, sal, café y aceite (ng/g, peso fresco).

Muestra	N	Rango de Concentración	Concentración media
Huevo			
Yema	2	170.59 - 192.02	181.30
Clara	2	64.47 - 80.93	72.70
Azúcar	2	3.27 - 3.28	3.28
Sal	2	—	ND
Café	2	77.10 - 121.00	99.10
Aceite de			
oliva virgen	1	—	ND
oliva	1	—	127.48
girasol refinado	1	—	ND
girasol refinado	1	—	48.02

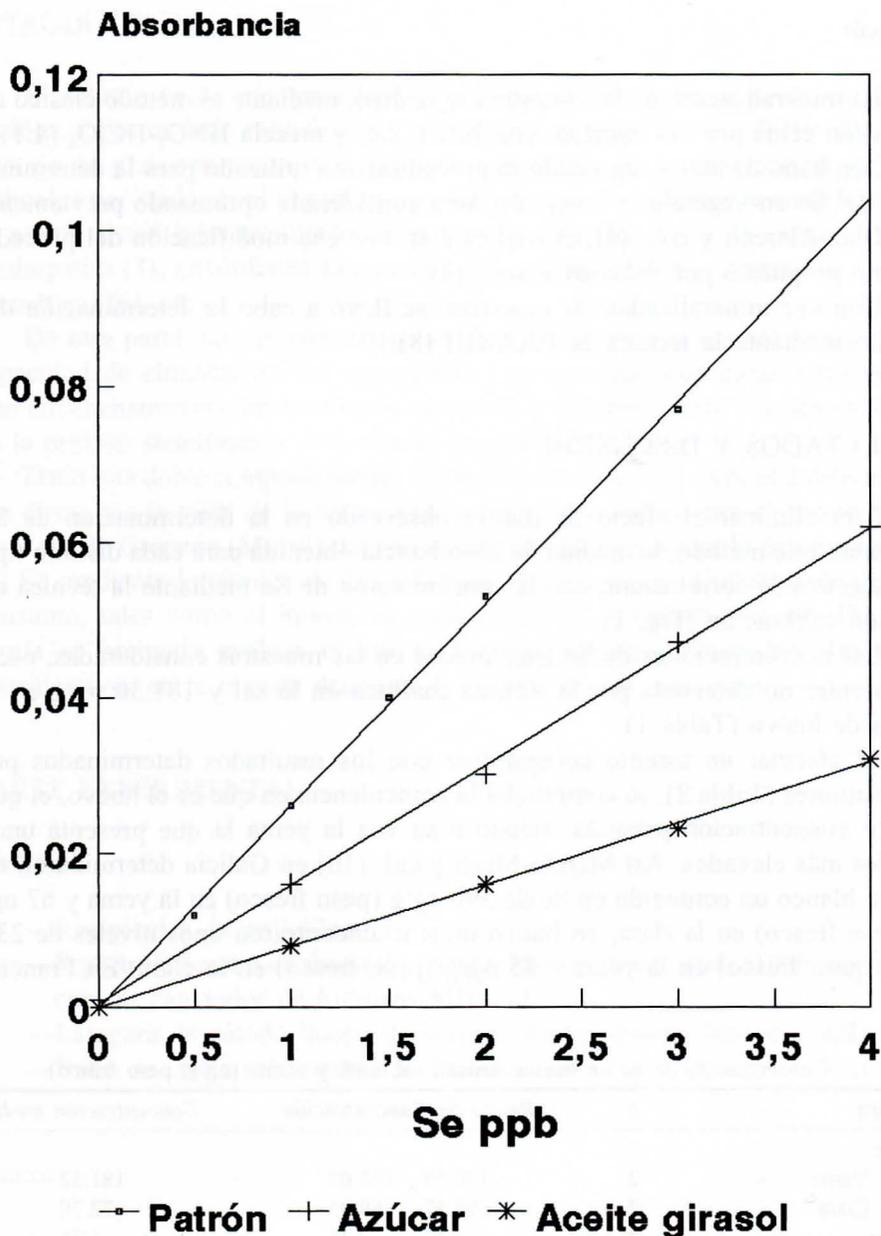


Fig. 1.—Aplicación del método de adición de patrón y azúcar y aceite de girasol.

Simonoff y Simonoff (11) encontraron unos niveles de este elemento de  $237 \pm 38$  ng/g (peso fresco) en la yema y de  $63 \pm 5$  ng/g (peso fresco) en la clara. De la observación de estos valores se deduce que los niveles determinados en

Tabla 2.—Comparación de los niveles medios de Se (ng/g, peso fresco) encontrados en yema y clara de huevo en el presente trabajo, con los determinados por otros autores en otras zonas.

<i>Muestra</i>	<i>Presente Trabajo</i>	<i>Galicia (10)</i>	<i>Francia (11)</i>
Yema de huevo	181.30	390 (H. Blanco) 230 (H. Moreno)	237 ± 38 —
Clara de huevo	72.70	67 (H. Blanco) 85 (H. Moreno)	63 ± 5 —

nuestro estudio en la yema de huevo son inferiores a los obtenidos por los autores considerados, y ligeramente superiores en la clara, a excepción del valor obtenido por Mejuto-Martí (10) en huevo moreno.

Para llevar a cabo la determinación de la ingesta en Se en la dieta diaria por persona y día en los habitantes de la zona (Tabla 3) desde los alimentos considerados en el presente trabajo, se han empleado las tablas estadísticas del Consumo Alimentario en España (12). Conjuntamente se han utilizado tablas de composición de alimentos (13) donde se establece las porciones comestibles de cada muestra analizada. Así pues teniendo en cuenta las concentraciones de Se obtenidas, se ha calculado la ingesta total de este elemento a partir de estos alimentos en 9.15 g/persona/día. A la vista de estos resultados se observa que dichos alimentos suponen un aporte bajo en la ingesta total de este elemento en la dieta diaria de los habitantes de la comarca costera mediterránea del Sur de Granada (Motril).

Además, de las muestras analizadas, son las de un contenido altamente protéico, como es el caso de los huevos, las que suponen un mayor contenido y aporte de este elemento en la dieta diaria por habitante y día, lo cual coincide con lo expresado por otros autores (14, 15).

Por último, teniendo en cuenta el aporte en Se establecido en la ingesta diaria desde los productos de la pesca (14), frutas y hortalizas (8), y alimentos considerados en el presente trabajo, este elemento no presentaría ningún riesgo potencial para la salud, puesto que en ningún caso se situaría por encima de los

Tabla 3.—Ingesta de Se en la dieta diaria desde los alimentos considerados para los habitantes de la comarca de Motril.

<i>Muestra</i>	<i>Conc. Se µg/g</i>	<i>g Consumo persona/día</i>	<i>Fracción Comest., %</i>	<i>g Comest. Persona/día</i>	<i>Ingesta Se µg/Per./Día</i>
Huevo	0.127	41.520	88	36.538	4.640
Café	0.099	7.265	100	7.265	0.719
Azúcar	0.003	28.791	100	28.791	0.086
Ac. oliva	0.127	22.950	100	22.950	2.915
Ac. girasol	0.048	16.456	100	16.456	0.790
INGESTA TOTAL					9.150

200 g/persona/día que es el límite superior por encima del cual podrían ponerse de manifiesto algunas manifestaciones tóxicas por un consumo excesivo en este elemento en individuos susceptibles (16).

## BIBLIOGRAFÍA

- (1) LI, J. Y., LI, B., BLOT, W. J., TAYLOR, P. R.: "Preliminary report on the results of nutrition prevention trials of cancer and other common diseases among residents in Linxian, China". *Chung Hua Chung Liu Tsa Chih* (1993), **15**:165-181.
- (2) TAYLOR, P. R., LI, B., DAWSEY, S. M., LI, J. Y., YANG, C. S., GUO, W., BLOT, W. J.: "Prevention of esophageal cancer: the nutrition intervention trials in Linxian, China. Linxian nutrition intervention trials study groups". *Cancer Res* (1994), **54**:2029-2031.
- (3) ORNDAHL, G., GRIMBY, G., GRIMBY, A., JOHANSSON, G., WILHELMSEN, L.: "Functional deterioration and selenium-vitamin E treatment in myotonic distrophy. A placebo-controlled study". *J Intern Med* (1994), **235**:205-210.
- (4) MEYDANI, M.: "Modulation of the platelet thromboxane A<sub>2</sub> and aortic prostacyclin synthesis by dietary selenium and vitamin E". *Biol Trace Elem Res* (1992), **33**:79-86.
- (5) MIHAJLOVIC, M., LINDBERG, P., JOVANOVIC, I., ANTIC, D.: "Selenium status of patients with Balkan endemic nephropathy". *Biol Trace Elem Res* (1992), **33**:71-77.
- (6) DARLINGTON, L. G., RAMSEY, N. W.: "Review of dietary therapy for rheumatoid arthritis". *Br J Rheumatol* (1993), **32**:507-514.
- (7) GOYER, R. A.: "Toxic effects of metals". In: *Casarett a Doull's Toxicology. The Basic Science of Poisons, 3<sup>rd</sup> ed* (1986). pp 616-619, MacMillan Publishing Company, New York.
- (8) DIAZ-ALARCÓN, J. P., NAVARRO-ALARCÓN, M., LÓPEZ-G.<sup>a</sup> DE LA SERRANA, H., LÓPEZ-MARTÍNEZ, M. C.: "Determination of selenium levels in vegetables and fruits by hdrice generation atomic absorption spectrometry". *J Agric Food Chem* (1994), **42**:2848-2851.
- (9) PALACIOS, M. A., ARÉVALO, J., CÁMARA, C.: "Determinación de Se en muestras biológicas por espectroscopía de absorción atómica mediante generación de hidruros". *Quím Anal* (1985), **4**:320-325.
- (10) MEJUTO-MARTI, M. C.: "Selenio en alimentos y muestras forenses de Galicia". Tesis doctoral. Universidad de Santiago de Compostela (1985).
- (11) SIMONOFF, M., SIMONOFF, G.: In: *Le Selenium et la Vie* (1991). Masson, Paris.
- (12) DIRECCIÓN GENERAL DE POLÍTICA ALIMENTARIA (Secretaría General de Alimentación, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación). In: *El Consumo Alimentario en España* (1991). Gráficas Monterreina, Madrid.
- (13) JIMENEZ-CRUZ, A., CERVERA-RAL, P., BARCARDI-GASCON, M. In: *Tabla de Composición de Alimentos* (1990). Wander, Empresa Sandoz Nutrition, Barcelona.
- (14) DÍAZ-ALARCÓN, J. P., NAVARRO-ALARCÓN, M., LÓPEZ-G.<sup>a</sup> DE LA SERRANA, H., LÓPEZ-MARTÍNEZ, M. C.: "Determination of selenium in fresh fish from southeastern Spain for calculation of daily dietary intake". *J Agric Food Chem* (1994), **42**:334-337.
- (15) LEVANDER, O. A.; BURK, R. F.: "Selenium". In: *Modern Nutrition in Health Disease, 8<sup>th</sup> ed* (1994), pp. 242-251, Lea and Feiger, London.
- (16) FOOD AND NUTRITION BOARD. In: *Recommended Dietary Allowances, 9<sup>th</sup> ed* (1980). National Academy of Sciences, Washington, D.C.