

METALES EN COMPLEMENTOS NUTRICIONALES DEL DEPORTISTA. EVALUACIÓN DEL RIESGO.

RESUMEN

La realización de ejercicio físico es de gran importancia para mantener un correcto funcionamiento del organismo además de proporcionar satisfacción personal. En ciertas ocasiones, cuando se realiza de forma muy intensa es necesario utilizar suplementos nutricionales para evitar un desgaste excesivo del cuerpo. Estos suplementos nos proporcionan entre otras cosas carbohidratos y minerales. Sin embargo, no existen estudios que nos indiquen si existe algún tipo de riesgo en el consumo de este tipo de productos. Por ello, el objetivo principal de este trabajo es conocer la concentración de metales tóxicos y determinar si existe o no riesgo toxicológico en su consumo. También se pretende determinar la concentración de macroelementos y microelementos y su aporte a las ingestas diarias recomendadas. Para ello se estudiaron 4 marcas de barras destinadas para deportistas, tras la determinación de los contenidos metálicos mediante Espectrometría de Emisión Óptica con Plasma acoplado Inductivamente (ICP-OES), se determinó que la ingesta de los productos analizados no supone ningún tipo de riesgo toxicológico puesto que su consumo no supera las Ingesta Diaria Admisibles para los metales tóxicos analizados: aluminio, cadmio y plomo. También cabe destacar que tras el estudio se encontraron grandes diferencias entre las concentraciones determinadas y las declaradas en el etiquetado, de algunos macroelementos y microelementos.

ABSTRACT

The realization of physical exercise is of great importance to maintain a correct functioning of the body in addition to providing personal satisfaction. In certain occasions, when it is done in a very intense way it is necessary to use nutritional supplements to avoid excessive wear of the body. These supplements provide us among other things carbohydrates and minerals. However, there are no studies that indicate whether there is any type of risk in the consumption of this type of product. Therefore, the main objective of this work is to know the concentration of toxic metals and determine whether or not there is toxicological risk in their consumption. It is also intended to determine the concentration of macroelements and microelements and their contribution to the recommended daily intakes. To this end, 4 brands of bars for athletes were studied, after the determination of the metallic contents by Optical Emission Spectrometry with Inductively Coupled Plasma (ICP-OES), it was determined that the intake of the analyzed products does not involve any type of toxicological risk. since its consumption does not exceed the Admissible Daily Intake for the toxic metals analyzed: aluminum, cadmium and lead. It is also worth noting that after the study, large differences were found between the determined concentrations and those declared in the labeling, of some macroelements and microelements.

INTRODUCCIÓN

El deporte aporta numerosos beneficios para la salud entre los que destacar la reducción del riesgo de hipertensión, cardiopatía coronaria, cáncer de mama y de colon, depresión, accidente cerebrovascular, además de mejorar la salud ósea y funcional y es un determinante clave en el gasto energético y, por tanto, fundamental para un equilibrio calórico¹. Sin embargo, es cierto que durante la realización de la actividad física se produce la depleción de algunos nutrientes como proteínas, carbohidratos o minerales por lo que puede que sea necesario el consumo de complementos nutricionales para mantener o mejorar el rendimiento.

Los complementos nutricionales para deportistas se engloban dentro de los productos clasificados como complementos nutricionales o alimenticios ya que se trata de productos cuya finalidad es completar una dieta normal. Consisten en fuentes concentradas de nutrientes o de otras sustancias que tengan un efecto nutricional o fisiológico, en forma simple o combinada, comercializados en

forma dosificada, que deben tomarse en pequeñas dosis unitarias², cubriendo así las necesidades nutricionales de los deportistas. Se trata de productos, por tanto, que aportan al individuo nutrientes y otras sustancias que si superan los niveles máximos permitidos podrían suponer un riesgo para la salud del consumidor.

Hasta el 56 % de las personas que realizan un deporte o acuden al gimnasio admiten consumir algún tipo de complemento nutricional³. Trasladando estos datos a información obtenida por la “Encuesta de Hábitos Deportivos en España 2015”, en torno a un 46,2% de la población afirma que realiza ejercicio físico de forma semanal⁴, lo que supone que cerca de un 25% de los individuos pueden llegar a consumir estos productos.

Es cierto que el consumo de los complementos nutricionales es predominante en deportistas de alto rendimiento. Sin embargo, la gran oferta dispuesta en el mercado, ha llevado a que sean productos adquiridos por aquellas personas que realizan algún tipo de actividad física². Este hecho implica que aumente el porcentaje de población que puede estar ante un riesgo toxicológico sin saberlo porque no se han llevado a cabo estudios que permitan conocer la concentración de metales pesados que ingieren. También resulta de interés conocer qué porcentaje de la Ingesta Diaria Recomendada (IDR) de estos metales aporta el consumo de estos complementos alimenticios en la población.

Los problemas que causan a la salud los metales pesados (Al, Cd, Pb) se observan cuando se superan las ingestas diarias admisibles (IDAs)⁶. Los efectos más significativos que causan se exponen a continuación:

- **Aluminio (Al).** Es un elemento que forma complejos estables con muchas moléculas como proteínas o ligandos. Diversos estudios experimentales han implicado al Al en desórdenes neurológicos, óseos, hematológicos, metabólicos, inmunitarios e incluso procesos tumorales.⁷
- **Cadmio (Cd).** Una exposición crónica al cadmio se ha relacionado con afecciones multisistémicas, siendo la principal patología la nefropatía cádmica. También pueden producirse alteraciones óseas como pérdida de densidad mineral o algunos tipos de cáncer como el de próstata o el de pulmón.⁸
- **Plomo (Pb).** El plomo afecta a todos los órganos y sistemas. Actúa como agonista o antagonista de las acciones del calcio⁹. Esto se refleja en efectos tóxicos sobre el tracto gastrointestinal, sistema renal, así como interferencias con sistemas enzimáticos implicados en la síntesis del grupo hemo¹⁰. Cabe destacar que el plomo inorgánico ha sido catalogado como carcinógeno en humanos tras numerosos ensayos clínicos en animales de experimentación.

También es importante conocer el aporte de macronutrientes, micronutrientes y elementos traza ya que, debido a su carácter de hormetinas, su déficit puede generar problemas en la salud humana.

Teniendo en cuenta todos estos datos, los objetivos de este trabajo son:

1. Determinar las concentraciones de metales tóxicos en diferentes marcas de barras energéticas destinadas a deportistas.
2. Verificar si existe o no cumplimiento de la normativa en cuanto a la concentración de metales tóxicos para estos productos.
3. Evaluar si existe un riesgo toxicológico con el consumo de estos productos atendiendo a las ingestas recomendadas por el fabricante, conociendo el porcentaje de aporte a las Ingestas Diarias Admisibles de metales tóxicos en estas barras.

4. Determinar las concentraciones de macroelementos, microelementos y elementos traza que contienen las barras, así como el porcentaje de aporte a las Ingestas Diarias Recomendadas.

MATERIAL Y MÉTODOS

El trabajo fue de tipo experimental donde se analizaron un total 40 muestras de “barras” para deportistas de 4 marcas diferentes (10 muestras por marca), con la finalidad de determinar las concentraciones de metales tóxicos (Al, Pb y Cd), macroelementos (Ca, Na, Mg y K), y microelementos y elementos traza (B, Ba, Co, Cr, Cu, Fe, Li, Mn, Mo, Ni, Sr, V y Zn). A continuación, se realizó una evaluación del riesgo toxicológico, con las IDAs y una evaluación nutricional a través de los datos de las IDRs.

Los productos analizados fueron:

- 1) Ultra Fruit Jellies, Aptonia
- 2) Barras de cereales Sunny Grain Sport
- 3) Barras con proteínas, Enervit Sport
- 4) Gofibar Sport

Las barras se procesaron en el laboratorio del Área de Toxicología del Departamento de Obstetricia y Ginecología, Pediatría, Medicina Preventiva y Salud Pública, Toxicología, Medicina Legal y Forense y Parasitología.

El primer paso del procesado fue la homogenización del producto en un mortero de vidrio, pesando luego, en una balanza de precisión, entre 5-10 g (10 g si el contenido en agua en la barra era muy elevado como ocurría con las Ultra Fruit Jellies) para conocer su peso húmedo. A continuación, se introdujeron en una estufa de 70°C durante 24h y, transcurrido este tiempo se volvieron a pesar en la balanza de precisión para conocer el peso seco de la muestra.

Posteriormente, las muestras fueron sometidas a una digestión química utilizando unas gotas de una disolución de HNO₃ al 65%, dejando secar bien los pocillos en placa calefactora hasta evaporación completa del ácido. Posteriormente, las cápsulas de porcelana fueron introducidas en un horno Mufla a 450°C ±25°C, durante 48 h, obteniendo, tras el proceso, unas cenizas de color blanco-grisáceo. En último lugar, las cenizas se disolvieron en una disolución de HNO₃ al 1,5%, en 25 mL, con ayuda de un matraz aforado e introducida en botes estériles de recogida de muestras.

Para determinar la concentración metálica de las muestras se empleó un Espectrómetro de Emisión Óptica con Plasma acoplado Inductivamente (ICP-OES).

Análisis estadístico de las muestras

Para realizar el análisis estadístico se utilizó el programa IBM Statistic 23.0. Con el objetivo de conocer si existía normalidad en los resultados se utilizó el test de Kolmogorov-Smirnov para comprobar la normalidad y el estadístico de Leve para la homocedasticidad. Dado que no existía normalidad en los datos, se utilizaron test no paramétricos para continuar con el análisis estadístico. El test de Kruskal Wallis indicó la existencia de diferencias significativas entre el contenido metálico de las muestras de diferentes marcas y para conocer entre qué grupos existían las diferencias estadísticamente significativas se empleó el test de U de Mann Whitney.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

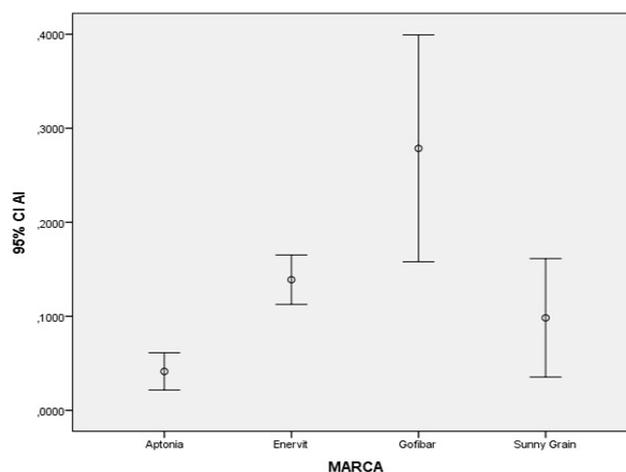
Metales tóxicos

En la tabla 1 se presentan las concentraciones medias de los metales tóxicos estudiados diferenciadas por la marca de la barra.

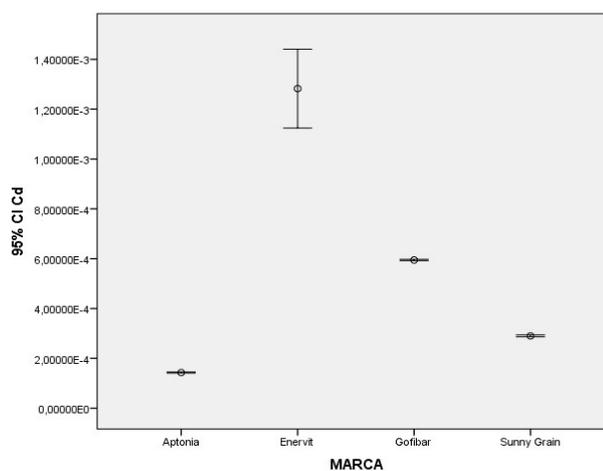
MARCA	Al (mg/kg)	Cd (mg/kg)	Pb (mg/kg)
Aptonia	0,004 ± 0,028	0,0001 ± 0,000003	0,0017 ± 0,0019
Enervit	0,139 ± 0,037	0,0013 ± 0,0002	0,005 ± 0,00085
Gofibar	0,279 ± 0,169	0,0006 ± 0,000004	0,0029 ± 0,0032
Sunny Grain	0,098 ± 0,088	0,0003 ± 0,000005	0,0021 ± 0,0007

Tabla 1. Concentraciones medias de metales tóxicos

Respecto a las concentraciones de Al y Cd existían diferencias estadísticamente significativas entre las 4 marcas estudiadas. Cabe destacar que, en el caso del aluminio, la marca Gofibar Sport presentó una mayor concentración ($0,279 \pm 0,169$ mg/kg) y para el caso del cadmio es la marca Enervit la que mayor concentración presentaba ($0,0013 \pm 0,0002$ mg/kg), tal y como podemos observar en la gráfica 1 y 2.

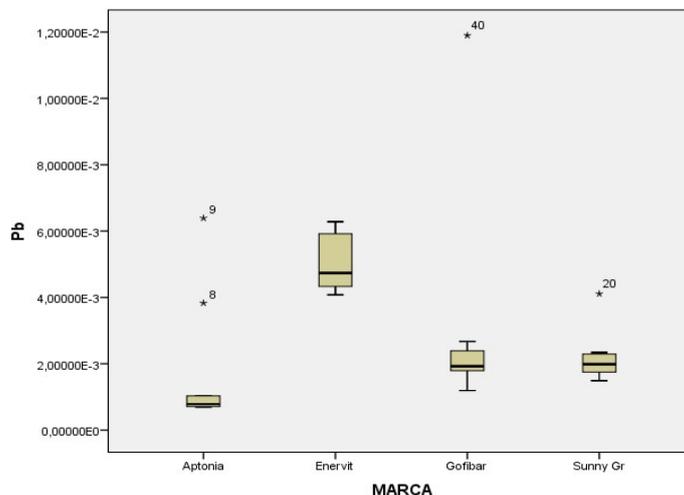


Gráfica 1. Concentraciones de aluminio por marca (mg/kg)



Gráfica 2. Concentración de cadmio por marca (mg/kg)

En cuanto al plomo, se pudo determinar que no había diferencias significativas entre las marcas Gofibar y Sunny Grain Sport, formando estas dos marcas un único grupo (gráfica 3), la marca Enervit volvía a ser la de mayor concentración de este metal ($0,005 \pm 0,00085$ mg/kg) y la marca Aptonia la de menor concentración ($0,0017 \pm 0,0019$ mg/kg).



Gráfica 3. Concentraciones de plomo por marca (mg/kg)

Dado que se trata de tóxicos alimentarios importantes, tiene una gran importancia estudiar si un consumo habitual de estos productos podría suponer algún riesgo para la población.

No existe una legislación que establezca unos límites en cuanto a la concentración de estos metales en complementos destinados para deportistas por lo que hemos usados los niveles establecidos para complementos nutricionales.

Los niveles máximos de aluminio no se encuentran recogidos en el Reglamento (CE) nº 1881/2006, por lo que no se establece su concentración máxima admisible, sin embargo, la EFSA establece una ingesta tolerable semanal para este elemento de 1 mg/Kg de peso corporal.

En el caso del cadmio, el Reglamento (CE) nº 1881/2006 de la Comisión de 19 de diciembre de 2006, se estima una concentración máxima en complementos alimenticios de 1 mg/Kg de peso fresco. Su ingesta tolerable semanal es de 2,5 µg/kg/semana (CONTAM, 2009). Para el plomo, el mismo reglamento establece una concentración máxima de 3 mg/kg de peso fresco y su PTWI actual se sitúa en 25 µg/Kg/semana.

Ninguno de estos elementos tóxicos supera sus niveles máximos en los productos estudiados.

Con estos datos, podremos conocer si existe algún posible riesgo en el consumo de estos productos siguiendo las recomendaciones del fabricante para un individuo estándar de unos 70 kg de peso medio.

Aluminio. La IDA es de 10 mg/día para un individuo de 70 Kg (Tabla 2)

Marca	IDE	% IDA
Aptonia	0,001 mg/día	0,01
Enervit	0,0056 mg/día	0,06
Gofibar	0,0098 mg/día	0,1
Sunny Grain	0,0025 mg/día	0,025

Tabla 2: % de aporte a la IDA de Al

La ingesta recomendada por el fabricante no supone ningún peligro para el consumidor para ninguna de las marcas porque el porcentaje de aporte a la IDA de aluminio es bajísimo y no se supera por tanto la IDA.

Cadmio. Para un individuo de 70 Kg, la IDA es de 0,025 mg/día (Tabla 3)

Marca	IDE	% IDA
Aptonia	0,000004 mg/día	0,014
Enervit	0,00005 mg/día	0,21
Gofibar	0,000021 mg/día	0,08
Sunny Grain	0,000007 mg/día	0,03

Tabla 3: % de aporte a la IDA de Cd

Seguir las indicaciones del fabricante en el consumo de estos productos no supone ningún riesgo toxicológico para el consumidor.

Plomo. IDA para un individuo de 70 kg es de 0,25 mg/día (Tabla 4)

Marca	IDE	%IDA
Aptonia	0,00004 mg/día	0,017
Enervit	0,0002 mg/día	0,08
Gofibar	0,0001 mg/día	0,04
Sunny Grain	0,00005 mg/día	0,02

Tabla 4: % de aporte a la IDA de Pb

No hay riesgo toxicológico con respecto al plomo en los productos estudiados ya que el porcentaje de aporte es inferior al 0,09%.

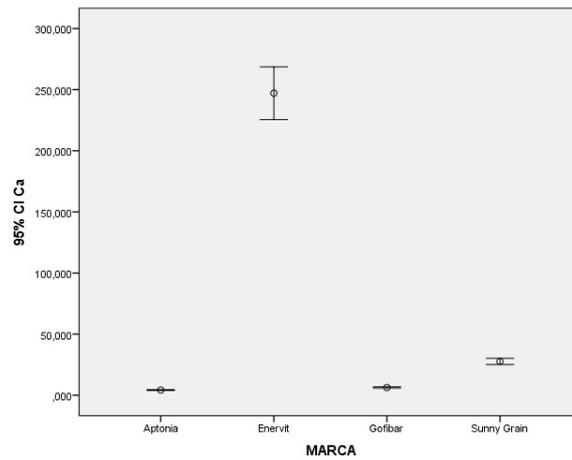
MACROELEMENTOS (Ca, K, Mg y Na)

En la Tabla 5, se muestran las medias de los macroelementos en cada una de las marcas analizadas.

MARCA	Ca (mg/kg)	K (mg/kg)	Mg (mg/kg)	Na (mg/kg)
Aptonia	4,26 ± 0,204	26,96 ± 2,23	2,31 ± 0,107	7,09 ± 0,438
Enervit	247,09 ± 30,19	99,87 ± 43,1	74,46 ± 3,96	178,07 ± 10,2
Gofibar Sport	6,37 ± 0,795	114,79 ± 8,73	26,99 ± 2,13	29,04 ± 2,16
Sunny Grain	27,68 ± 3,62	83,15 ± 3,79	17,37 ± 4,11	58,36 ± 3,72

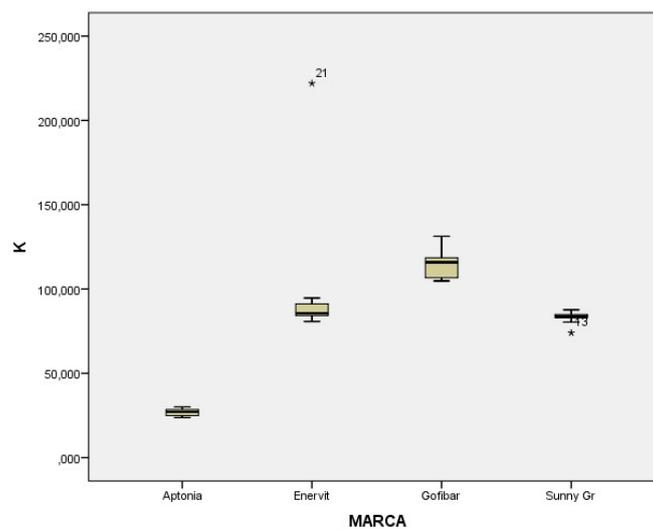
Tabla 5. Media de concentraciones de macroelementos

Tras realizar el análisis estadístico, como se observa en la gráfica, para el calcio existen diferencias significativas entre todas las marcas, siendo Enervit la que mayor concentración presenta (247,09 ± 30,19 mg/kg) y con gran diferencia con respecto a las otras marcas (Gráfica 4).



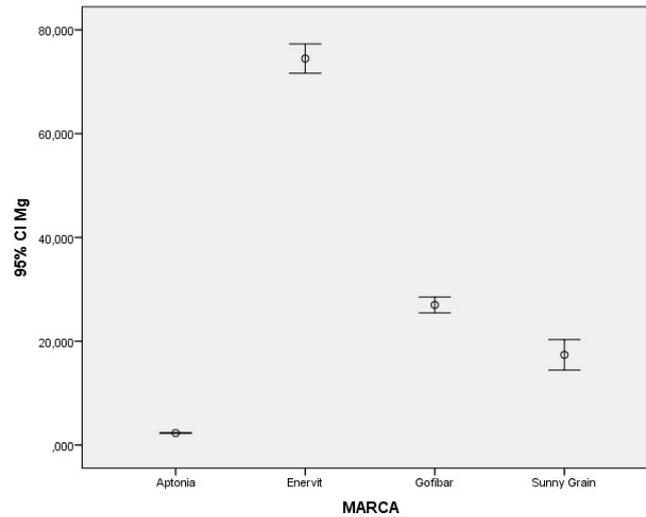
Gráfica 4. Concentraciones de calcio frente a la marca de barrita (mg/Kg)

Para el caso del potasio se encontraron diferencias significativas para las marcas Sunny y Enervit mientras que para las marcas Gofibar y Aptonia no se detectaron diferencias estadísticamente significativas por lo que se pueden agrupar. Cabe destacar además que la muestra número 21 es la que tiene una mayor concentración, con un valor de $222 \pm 30,19$ mg/kg. (Gráfica 5).



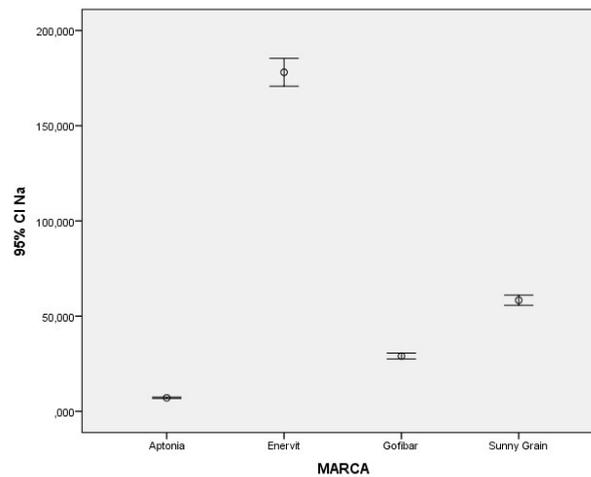
Gráfica 5. Concentraciones de potasio por marca (mg/kg)

Tras el estudio sobre los niveles de magnesio se encontraron diferencias significativas entre todas las marcas. (Gráfica 6).



Gráfica 6. Concentraciones de magnesio frente a la marca de barrita (mg/kg)

Por último, para el sodio también se obtuvieron diferencias significativas entre todas las marcas analizadas (Gráfica 7).



Gráfica 7. Concentraciones de sodio frente a la marca de barrita (mg/kg)

Con los datos recopilados podremos calcular la ingesta diaria estimada y su contribución a la ingesta diaria recomendada atendiendo a los consumos recomendados por el fabricante y un peso medio de 70 kg.

Calcio. En los adultos la IDR de este elemento es de 1000 mg/día¹¹. (Tabla 6)

Marca	IDE	% IDR
Aptonia	0,107 mg/día	0,011
Enervit	9,88 mg/día	0,988
Gofibar	0,223 mg/día	0,022
Sunny Grain	0,692 mg/día	0,07

Tabla 6: % de aporte a la IDR de Ca

Potasio. La ingesta diaria recomendada para el potasio es de 4,7 g/día¹². (Tabla 7)

Marca	IDE	% IDR
Aptonia	0,593 mg/día	0,013
Enervit	3,99 mg/día	0,08
Gofibar	4,02 mg/día	0,09
Sunny Grain	2,08 mg/día	0,04

Tabla 7: % de aporte a la IDR de K

Magnesio. Para los hombres la IDR es de 400 mg mientras que para la mujer es de 320 mg¹³. (Tabla 8)

Marca	IDE	% IDR (hombre)	% IDR (mujer)
Aptonia	0,06 mg/día	0,015	0,02
Enervit	2,98 mg/día	0,73	0,98
Gofibar	0,944 mg/día	0,23	0,31
Sunny Grain	0,36 mg/día	0,09	0,12

Tabla 8: % de aporte a la IDR de Mg

Sodio. Para el sodio la IDR es de 2300 mg¹⁴. (Tabla 9)

Marca	IDE	% IDR
Aptonia	0,177 mg/día	0,008
Enervit	7,12 mg/día	0,31
Gofibar	1,017 mg/día	0,044
Sunny Grain	1,46 mg/día	0,06

Tabla 9: % de aporte a la IDR de Na

MICROELEMENTOS Y ELEMENTOS TRAZA

En las tablas 10 y 11 se presentan las concentraciones medias y desviaciones estándar analizadas en las diferentes marcas.

Marca	B (mg/kg)	Ba (mg/kg)	Co (mg/kg)	Cr (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Fe (mg/kg)
Aptonia	0,43 ± 0,0022	0,012 ± 0,0013	0,0003 ± 0,000006	0,0012 ± 0,00013	0,021 ± 0,001	0,042 ± 0,0026
Enervit	0,16 ± 0,016	0,046 ± 0,011	0,0009 ± 0,0002	0,0113 ± 0,0163	0,52 ± 0,13	2,33 ± 1,16
Gofibar	0,068 ± 0,013	0,036 ± 0,007	0,0012 ± 0,0002	0,059 ± 0,0009	0,099 ± 0,011	0,65 ± 0,064
Sunny Grain	0,026 ± 0,016	0,032 ± 0,012	0,00058 ± 0,00001	0,003 ± 0,0016	0,048 ± 0,009	0,26 ± 0,09

Tabla 10. Media de concentraciones de microelementos

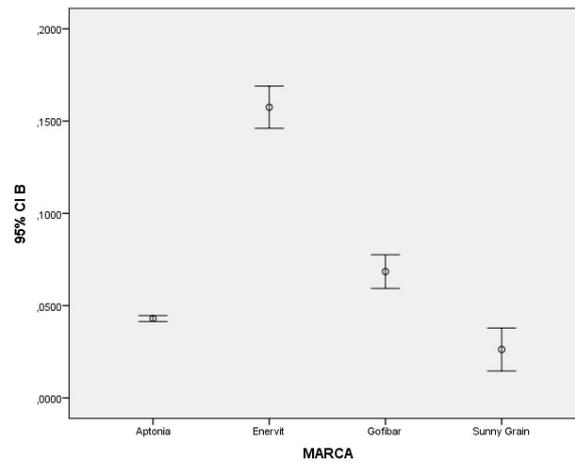
Marca	Li(mg/kg)	Mn(mg/kg)	Mo(mg/kg)	Ni(mg/kg)	Sr(mg/kg)	V(mg/kg)	Zn(mg/kg)
Aptonia	0,016 ± 0,008	0,03 ± 0,002	0,0006 ± 0,00008	0,0017 ± 0,00015	0,022 ± 0,002	0,0098 ± 0,0018	0,023 ± 0,0014
Enervit	0,026 ± 0,013	1,87 ± 0,076	0,019 ± 0,006	0,014 ± 0,0012	0,12 ± 0,011	0,11 ± 0,006	3,42 ± 0,5

Gofibar	0,019 ± 0,008	0,16± 0,031	0,006 ± 0,006	0,015 ± 0,0018	0,043 ± 0,007	0,015 ± 0,018	0,47 ± 0,026
Sunny Grain	0,043 ± 0,024	0,18± 0,037	0,14 ± 0,0014	0,0027 ± 0,0015	0,058 ± 0,046	0,023 ± 0,0032	0,32± 0,034

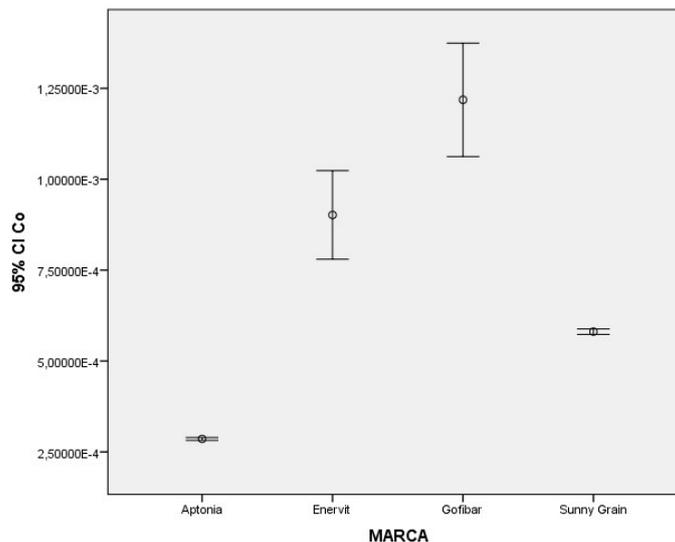
Tabla 11. Media de concentraciones de microelementos

Tal y como podemos observar en las tablas 10 y 11, en el caso del boro, la marca Aptonia es la que presenta una mayor concentración. Los niveles de bario son muy similares para las 4 marcas al igual que ocurre en el caso del cromo.

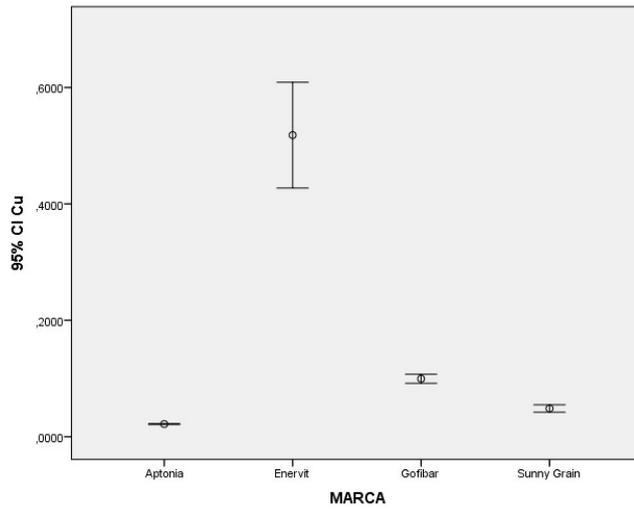
Para el B, Co, Cu, Fe y Zn se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre el contenido de estos metales por marca por lo que se podrían agrupar en 4 grupos diferentes para estos microelementos, lo que se puede observar en las gráficas 8, 9, 10, 11 y 12. En el caso de B, Cu, Fe y Zn, la mayor concentración se detectó en las barras de la marca Enervit mientras que los niveles de Co fueron más elevados en Gofibar.



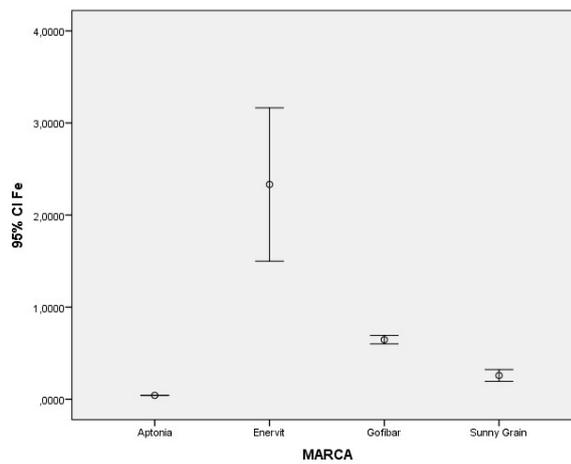
Gráfica 8. Concentración de B por marca (mg/kg)



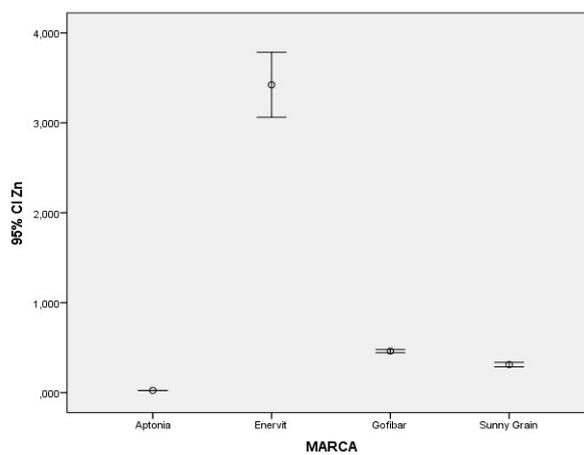
Gráfica 9. Concentración de Co por marca



Gráfica 10. Concentración de Cu por marca

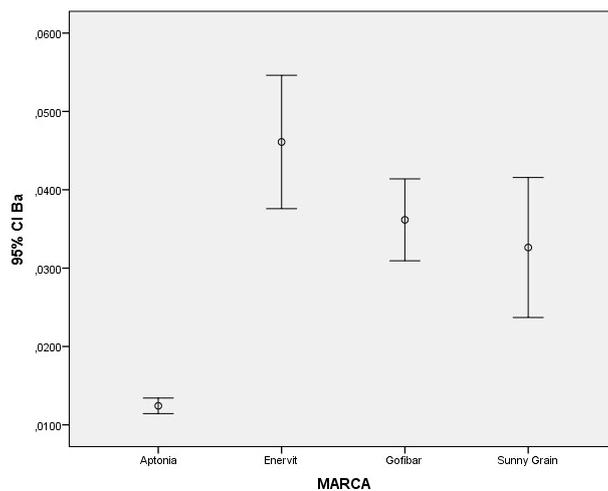


Gráfica 11. Concentración de Fe por marca (mg/kg)



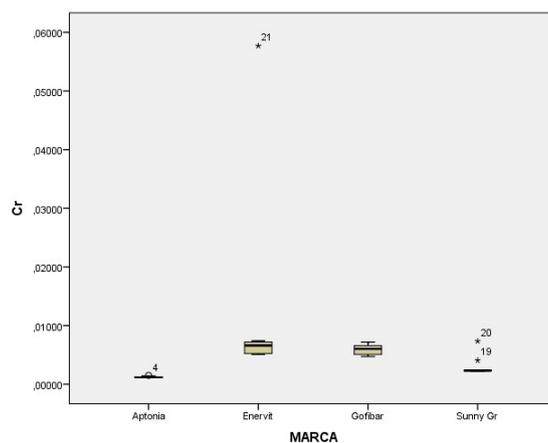
Gráfica 12. Concentración de Zn por marca (mg/kg)

Para el caso de Ba, Cr, Mn, Mo, Ni y Sr se pueden agrupar en 3 grupos diferentes porque entre algunas de las marcas no existen diferencias significativas.



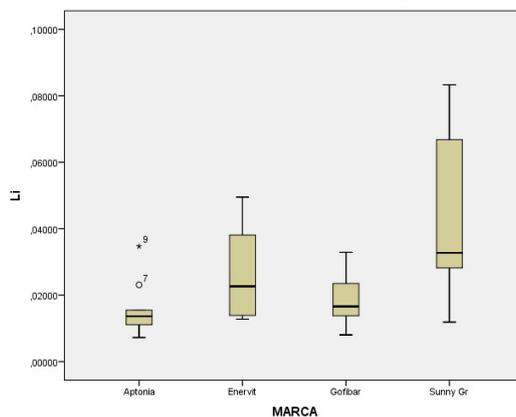
Gráfica 13. Concentración de Ba por marca (mg/kg)

En el caso del bario no existen diferencias significativas entre las marcas Sunny Grain y Gofibar como queda reflejado en la gráfica 13.



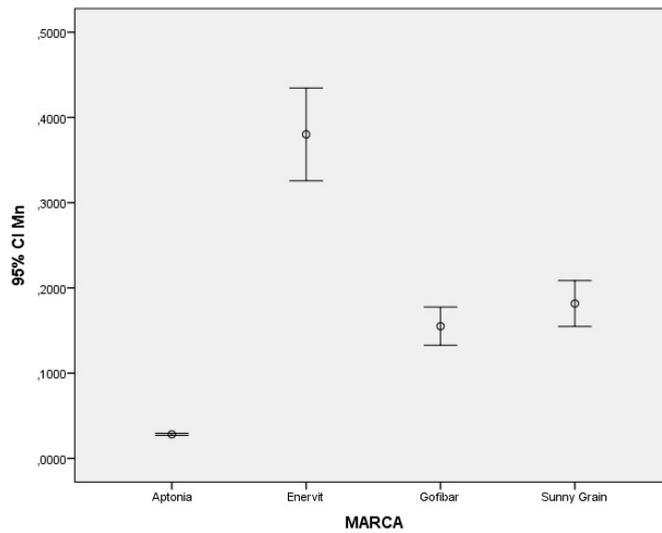
Gráfica 14. Concentración de cromo por marca mg/kg)

Para el cromo no existen diferencias entre las marcas Enervit y Gofibar y la mayor concentración de este microelemento se detecta en la muestra número 21 (gráfica 14).



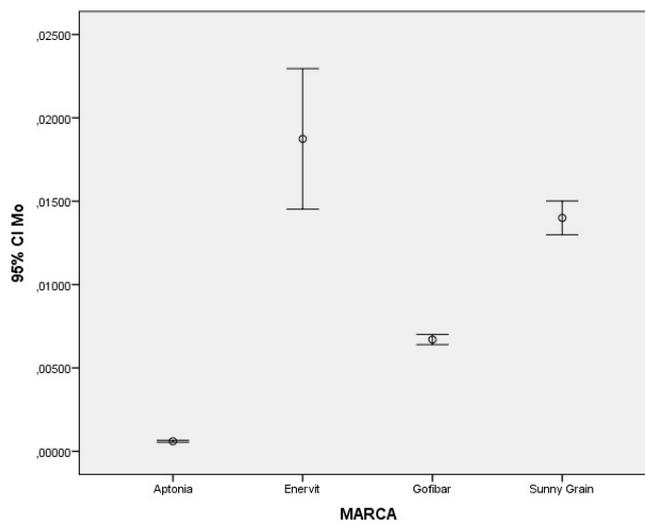
Gráfica 15. Concentración de litio por marca (mg/kg)

La concentración de litio no presenta grandes variaciones para las marcas Enervit y Gofibar, encontrándose la mayor concentración en las barras de Sunny Grain ($0,043 \pm 0,024$) (gráfica 15).



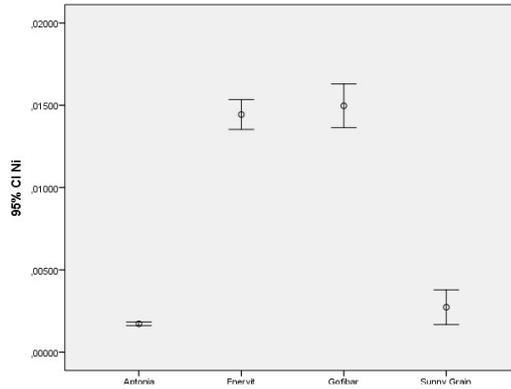
Gráfica 16. Concentración de Mn por marca (mg/kg)

Los niveles de manganeso son similares en caso de las marcas Gofibar y Sunny Grain (gráfica 16).



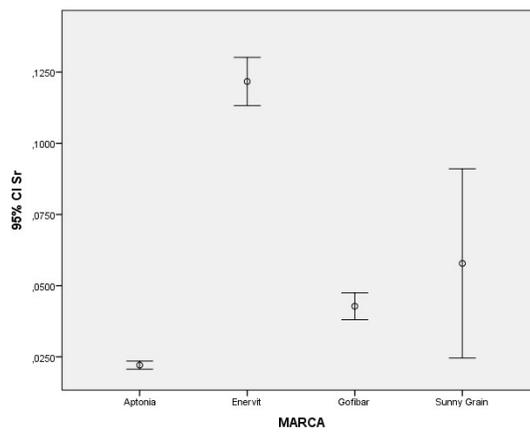
Gráfica 17. Concentración de Mo por marca (mg/kg)

No existen diferencias significativas para las marcas Enervit y Sunny Grain en relación a la concentración de molibdeno (gráfica 17).



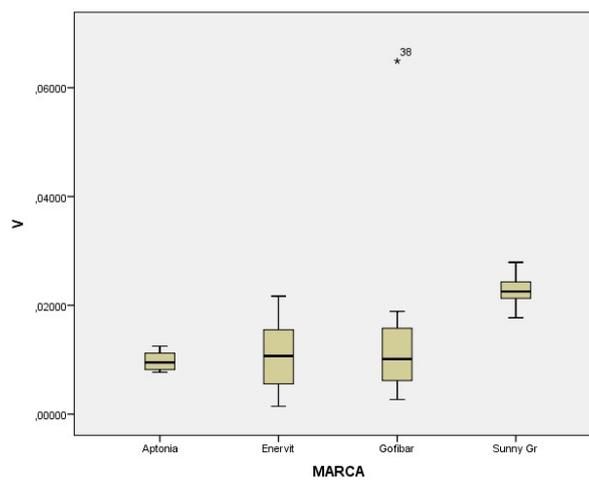
Gráfica 18. Concentración de Ni por marca (mg/kg)

Enervit y Gofibar forman un grupo en cuando a los niveles de Ni en su composición (gráfica 18).



Gráfica 19. Concentración de Sr por marca (mg/kg)

En el caso del estroncio, el nivel más elevado se detectó en Enervit y se puede formar un único grupo con las marcas Gofibar y Sunny Grain (gráfica 19).



Gráfica 20. Concentración de V por marca (mg/kg)

Para el V, no existían diferencias significativas entre Aptonia, Enervit y Gofibar, y la mayor concentración se encontró en la marca Sunny Grain (gráfica 20).

En el caso de los microelementos no se han llegado a determinar las ingestas diarias de referencia para todos ellos. Para el Fe, la IDR se ha determinado en 9 mg/día para los hombres y 18 mg/día para las mujeres. En el caso de Cu se he establecido en 1,1 mg/día la IDR. Para el Mn, la IDR para las mujeres es de 1,8 mg/día mientras que para los hombres es de 2,3 mg/día. La IDR del Mo se ha establecido en 45 µg/día y para el cinc 9,5 mg/día para el hombre y 7 mg/día para la mujer. Estos datos se han obtenido de las Guías/Act. Diet. 2010: 14(4): 196-197; FESNAD. Con estos datos podemos determinar qué porcentaje aportan a la IDR de estos metales.

Cromo

Marca	IDE	% IDR (mujer)	% IDR (hombre)
Aptonia	0,00003 mg/día	0,122	0,09
Enervit	0,0004 mg/día	1,8	1,29
Gofibar	0,0002 mg/día	0,83	0,59
Sunny Grain	0,00007 mg/día	0,29	0,21

Tabla 12: % de aporte a la IDR de Cr

Cobre

Marca	IDE	% IDR
Aptonia	0,0005 mg/día	0,05
Enervit	0,021 mg/día	1,9
Gofibar	0,0035 mg/día	0,32
Sunny Grain	0,0012 mg/día	0,11

Tabla 13: % de aporte a la IDR de Cu

Hierro

Marca	IDE	% IDR (mujer)	% IDR (hombre)
Aptonia	0,046 mg/día	$5,7 \times 10^{-3}$	0,012
Enervit	0,093 mg/día	0,52	1,03
Gofibar	0,023 mg/día	0,13	0,26
Sunny Grain	0,0065 mg/día	0,04	0,07

Tabla 14: % de aporte a la IDR de Fe

Manganeso

Marca	IDE	% IDR (mujer)	% IDR (hombre)
Aptonia	0,007 mg/día	0,04	0,03
Enervit	0,075 mg/día	4,17	3,26
Gofibar	0,005 mg/día	0,3	0,24
Sunny Grain	0,0045 mg/día	0,25	0,20

Tabla 15: % de aporte a la IDR de Mn

Molibdeno

Marca	IDE	%IDR
Aptonia	0,00002 mg/día	0,03
Enervit	0,0008 mg/día	1,66
Gofibar	0,0002 mg/día	0,52
Sunny Grain	0,035mg/día	7,8

Tabla 16: % de aporte a la IDR de Mo

Cinc

Marca	IDE	% IDR (mujer)	%IDR (hombre)
Aptonia	0,0006 mg/día	0,008	0,006
Enervit	0,137 mg/día	1,96	1,44
Gofibar	0,016 mg/día	0,23	0,17
Sunny Grain	0,008 mg/día	0,11	0,08

Tabla 17: % de aporte a la IDR de Zn

En el caso de los microelementos el aporte de todas las marcas de barras es muy bajo, llegando como máximo al 7,8% para el molibdeno y únicamente la marca Sunny Grain.

A continuación, se presenta una tabla comparativa entre la concentración determinada y la declarada, para ciertos metales, de la marca Enervit (tabla 5).

Enervit	Concentración declarada(mg)	Concentración determinada (mg)
Calcio	246	9,88
Cobre	0,72	0,021
Hierro	9,7	0,093
Magnesio	80	2,98
Manganeso	0,77	0,075
Cinc	5,2	0,137

Tabla 18. Tabla comparativa entre la concentración declarada y la determinada

Como se observa en la tabla 5, existen grandes diferencias entre las concentraciones declaradas en el etiquetado en comparación con las concentraciones determinadas en el producto Enervit. Estas diferencias también se ven reflejadas en el porcentaje de aportes a las IDRs:

- Para el calcio el fabricante declara que el consumo de una barra de 40 g aporta un 33% de este metal a la IDR mientras que con este estudio se ha determinado un aporte del 9,88%.
- En el caso del cobre, el porcentaje declarado es del 72% y el determinado del 1,9%; para el hierro es porcentaje declarado es del 69% y el determinado 1,03 % para hombres y 0,52% para mujeres.
- En cuanto al magnesio, el porcentaje declarado es del 21% y el determinado del 0,73% para el hombre y 0,98% para la mujer.
- Para el manganeso el porcentaje declarado es del 39% y el determinado para el hombre es de 3,26% y para la mujer 4,17%.
- Por último, el porcentaje declarado del cinc es del 52% mientras que el determinado es de 1,44% para el hombre y 1,96% para la mujer.

CONCLUSIONES

1. No existe ningún tipo de riesgo toxicológico en el consumo de estas barras energéticas según las indicaciones de consumo del fabricante porque en ninguna ocasión se superan las IDAs y, por tanto, tampoco las ingestas semanales tolerables en relación a los metales pesados.
2. Existen diferencias estadísticamente significativas para el caso del aluminio y del cadmio en todas las marcas.

3. En relación a la legislación de metales tóxicos, Reglamento (CE) nº 1881/2006, 19 diciembre de 2006, todas las marcas presentan niveles inferiores a los límites establecidos para el aluminio y el cadmio, pero el aluminio no está recogido en esta normativa.
4. La marca Enervit es la que más contribuye a la ingesta de aluminio, plomo y cadmio, pero con valores que no alcanzan ni el 1% de la IDA siendo también la marca que mayor contenido en calcio, magnesio y sodio posee mientras que para el potasio la mayor concentración se detectó en la marca Gofibar. Por tanto, son las marcas que más aportan al IDR de los macroelementos mencionados.
5. Las barras de la marca Enervit es la que presenta mayor concentración en bario, cromo, cobre, hierro, manganeso, estroncio, vanadio y cinc; Gofibar tiene una concentración más elevada de cobalto, litio y níquel que el resto de marcas, mientras que el boro es más abundante en la marca Aptonia y el molibdeno en Sunny Grain.
6. Cabe destacar que el aporte de microelementos a la ingesta diaria recomendada, de aquellos que la tienen establecida, es baja. El mayor aporte se detectó en la marca Sunny Grain para el caso del molibdeno que supone un 7,8% de IDR.
7. Las barras de la marca Enervit tienen una concentración mayor en metales pesados, macroelementos y mayor parte microelementos y elementos traza y también, son las que más contribuyen a la ingesta diaria admisible, para los metales tóxicos y a la ingesta diaria recomendada en el caso de macroelementos y elementos traza.

CITAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Estrategia mundial sobre régimen alimentario, actividad física y salud. OMS (2004)
2. Directiva 2002/46/CE del Parlamento Europeo de 10 de junio de 2002 relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros en materia de complementos alimenticios (transpuesta a nuestro ordenamiento jurídico por el Real Decreto 1487/2009).
3. Antonio J. Sánchez Oliver, María Teresa Miranda León, Eduardo Guerra Hernández. Estudio Estadístico del consumo de suplementos nutricionales y dietéticos en gimnasios. ALAN (2008) 58: 221-227.
4. Anuario de Estadísticas Deportivas 2017. Subdirección General de Estadística y Estudios Secretaría General Técnica Ministerio de Educación, Cultura y Deporte (2017).
5. Rodríguez R, Fernando; Crovetto M. Mirta; González A. Andrea; Morant C. Nikol; Santibáñez T. Francisco. Revista chilena de nutrición (2011) 28: 157-166.
6. González Muños MJ, Meseguer Soler I, Mateos Vega CJ. Elementos ultratraza ¿Nutrientes o tóxicos? Rev. Toxicología (2009) 26:93-103.
7. Vittori, Daniela; Nesse Alcira. Actualización de la interacción metal-organismo humano en la era del aluminio. Química Viva (2014) 12: 101-108.
8. Tchounwou PB, Yedou CG, Patlolla AK, Sutton DJ. Heavy Metal Toxicity and the Environment in Lush A, editor. Molecular, Clinical and Environmental Toxicology (2012) 3: 133-164.
9. Pedro A. Poma. An. Fac. med. (2008) 69.
10. Rubio C, Gutiérrez AJ, Martín-Izquierdo RE, Revert C, Lozano G y Hardinsson A. El plomo como contaminante alimentario. Rev. Toxicología (2004) 21:72-80.

11. National Institutes of Health. Dietary supplement fact sheet: calcim. Updated November 17, 2016.
12. Food and Nutrition Center of the Institute of Medicine.
13. National Institutes of Health Office of Dietary Supplements: magnesium
14. Eckel RH, Jakicic JM, Ard JD, et al. 2013 AHA/ACC guideline on lifestyle management to reduce cardiovascular risk: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines. *Circulation*. 2014;129(25 Suppl 2): S76-99.

RECURSOS ELECTRÓNICOS

- Punto Q Universidad de la Laguna: <http://www.bbtik.ull.es>
- Organización mundial de la salud: <http://www.who.int>
- PUBMED: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov>
- Federación Española de Sociedades de Nutrición, Alimentación y Dietética: <http://www.fesnad.org/>
- Agencia Española de Consumo, Seguridad Alimentaria y Nutrición: <http://acosan.msssi.gob.es>
- Medlineplus: <https://medlineplus.gov/spanish/>