

DETERMINACIÓN DE METALES EN TOFU: EVALUACIÓN NUTRICIONAL Y TOXICOLÓGICA

Soraya Paz Montelongo (1), Carmen Rubio Armendáriz (1), Ángel Gutiérrez Fernández (1), Dailos González-Weller (2), Consuelo Revert Gironés (1), Arturo Hardisson de la Torre (1)

1: Área de Toxicología. Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad de La Laguna.

2: Laboratorio de Salud Pública. Área de Salud de Tenerife. Santa Cruz de Tenerife

Soraya Paz Montelongo, Área de Toxicología, Facultad de Ciencias de la Salud, Campus de Ofra s/n, 38071. Santa Cruz de Tenerife. España. E-mail: spazmont@gmail.com. Teléfono: 634541612. Universidad de La Laguna.

"Trabajo galardonado con el Premio del Colegio de Farmacéuticos, convocado por la Real Academia de Medicina en 2017."

Resumen

Introducción: El tofu, producto de la fermentación de semillas de soja, es un alimento básico de la dieta asiática cada vez más consumido en Europa y Estados Unidos, en especial, por parte de veganos y vegetarianos, que encuentran en este alimento un sustituto de las carnes. Sin embargo, debido al mayor consumo de este producto, así como a la contaminación de suelos y cultivos, podría provocar una mayor acumulación de metales con el consiguiente riesgo tóxico.

Material y métodos: Han sido analizados 20 metales (Na, K, Mg, V, Mn, Fe, Cu, Zn, Cr, Mo, Co, B, Ba, Li, Sr, Ni, Al, Pb y Cd) en 130 muestras de tofu ecológico y convencional mediante ICP – OES (Inductively Coupled Plasma – Optical Emission Spectrometry).

Resultados y discusión: El macroelemento que más destaca es el K (1267 mg/kg peso húmedo). De los elementos traza esenciales, destaca el Fe (16,6 mg/kg peso húmedo). El Al es el metal tóxico de mayor concentración media (2,51 mg/kg peso húmedo). El consumo de 200 gramos de tofu al día contribuye a la ingesta recomendada de Mg (61,4% hombres, 71,7 mujeres), Mn (59,1% hombres, 75,6% mujeres), Fe (36,9% hombres, 18,4% mujeres), Cu (31,8% adultos) y Zn (19,8% hombres, 26,9% mujeres).

Conclusiones: La ingesta de metales tóxicos y no esenciales procedente del consumo de 200 g/día no representa un riesgo para la salud de los adultos. Además, el tofu contribuye a la ingesta diaria de elementos esenciales.

Palabras clave

Tofu, metales, metales tóxicos, elementos traza, ingesta dietética, soja fermentada, riesgo tóxico

Abstract

Introduction: Tofu, a product of soy seed fermentation, is a staple of the Asian diet increasingly consumed in Europe and the United States, especially by vegans and vegetarians, who find in this food a substitute for meat. However, due to the higher consumption of this product, as well as to the contamination of soils and crops, it could cause a greater accumulation of metals with the consequent toxic risk.

Material and methods: 20 metals have been analyzed (Na, K, Mg, V, Mn, Fe, Cu, Zn, Cr, Mo, Co, B, Ba, Li, Sr, Ni, Al, Pb and Cd) in 130 samples of organic and conventional tofu using ICP – OES (Inductively coupled Plasma – Optical Emission Spectrometry).

Results and discussion: The most important element is the K (1267 mg/kg wet weight). Of the essential trace elements, the Fe stands out (16.6 mg/kg wet weight). Al is the most abundant toxic metal (2.51 mg/kg wet weight). The consumption of 200 grams of tofu per day contributes to the recommended intake of Mg (61.4% men, 71.7 women), Mn (59.1% men, 75.6% women), Fe (36.9% men, 18.4% women), Cu (31.8% adults) and Zn (19.8% men, 26.9% women).

Conclusions: the intake of toxic and non-essential metals from consumption of 200 g/day does not represent a risk to the health of adults. In addition,

tofu contributes to the daily intake of essential elements.

Keywords Tofu, metals, toxic metals, trace elements, dietary intake, fermented soy, toxic risk

Introducción

El tofu es un alimento originario de China, siendo un ingrediente básico de la dieta asiática (1). Derivado de semillas de soja fermentadas, constituye una importante fuente de proteínas, lípidos, vitaminas, amino ácidos y minerales (2-4).

Este alimento es utilizado como un sustituto de la carne. El tofu es producido usando el cuajo de la leche de soja, dando lugar a un producto de textura y firmeza similares al queso blanco (2, 4, 5).

La globalización y el gran flujo migratorio son las principales causas por las que alimentos, antes desconocidos como el tofu, han sido incorporados en la dieta de los países occidentales. Asimismo, la mayor preocupación por la alimentación saludable y los efectos perjudiciales que han sido relacionados con el consumo de carnes y derivados, así como, los numerosos efectos beneficiosos asociados al tofu han causado un considerable aumento en su consumo (6).

El tofu puede contener elementos esenciales como los macroelementos (Na, K, Mg, Ca) requeridos en grandes cantidades diarias, así como elementos traza esenciales (Cu, Cr, Co, Fe, Zn, Mo, Mn) necesarios en menores cantidades diarias.

El cultivo de la soja es un cultivo extensivo en el que se emplean una elevada cantidad de pesticidas, además, debido a la contaminación ambiental, los suelos pueden acumular grandes cantidades de metales tóxicos tales como el aluminio (Al), cadmio (Cd) y el plomo (Pb) (7, 8). La contaminación afecta directamente a las plantas como la soja, las cuales tienen la capacidad de absorber metales procedentes del suelo y el ambiente, entre otros contaminantes (9, 10), estos pasan a través de la dieta, a los humanos, pudiendo causar efectos tóxicos sobre la salud (11).

Los metales tóxicos como el aluminio (Al), cadmio (Cd) y plomo (Pb), los cuales son contaminantes ambientales procedentes, mayoritariamente, de las actividades antropogénicas como la minería o el uso incontrolado de pesticidas. Estos metales son tóxicos incluso en pequeñas cantidades y tienden a acumularse y biomagnificarse a lo largo de la cadena alimentaria (12, 13).

Otros elementos traza, como el vanadio (V), boro (B), bario (Ba), litio (Li), níquel (Ni), estroncio (Sr), se encuentran de forma natural en el medio y que, además, son esenciales para diversos organismos vegetales y animales pero, su esencialidad en seres humanos no ha sido probada.

Es, por lo tanto, evidente la relación entre la dieta y la ingesta de metales, siendo necesario establecer valores de ingesta recomendada o máxima, dependiendo de la naturaleza del metal.

La FESNAD (Federación Española de Sociedades de Nutrición, Alimentación y Dietética) ha establecido valores de ingesta recomendada de macroelementos y elementos traza esenciales para adultos, mientras que otras instituciones han fijado valores de ingesta máxima para los metales tóxicos y elementos traza no esenciales (Tabla 1).

Tabla 1. Valores de ingesta máximos y recomendados por diferentes instituciones

Metales tóxicos y no esenciales			
Metal	Parámetro	Valor	Referencia
Al	TWI	1 mg/kg pc/semana	14
Cd		2,5 µg/kg pc/semana	15
Sr	TDI	0,13 mg/kg pc/día	16
Ba		200 µg/kg pc/día	17
Ni		2,8 µg/kg pc/día	18
Pb		0,5 µg/kg pc/día	19
B	UL	1,7-2,0 mg/día	20
V		1,8 mg/día	
Macroelementos y elementos traza esenciales			
Metal	Parámetro	Valor	Referencia
Ca	IDR	900 – 1000 mg/día	21
Cr		35 mg/día (hombre) - 25 mg/día (mujer)	
Cu		1,1 mg/día	
Fe		9 mg/día (hombre) - 18 mg/día (mujer)	
K		3100 mg/día	
Mg		350 mg/día (hombre) - 300 mg/ día (mujer)	
Mn		2,3 mg/día (hombre) – 1,8 mg/día (mujer)	
Mo		45 mg/día	
Na		1500 mg/día	
Zn		9,5 mg/día (hombre) - 7 mg/día (mujer)	
Tolerable weekly intake (TWI), tolerable daily intake (TDI), upper level intake (UL), ingesta diaria recomendada (IDR), peso corporal (pc)			

Debido a que el tofu es uno de los productos de soja más popular que está siendo consumido como alternativa a la carne en dietas veganas y vegetarianas, y teniendo en cuenta la contaminación de los suelos, así como el uso de pesticidas y/o fertilizantes en los cultivos de soja, se ha realizado este estudio cuyo principal objetivo es determinar el contenido de macroelementos (Na, K, C, Mg), elementos traza (Cu, Cr, Co, Zn, Fe, Mn, Mo, Li, Ni, B, Ba, V, Sr) y metales tóxicos (Al, Cd, Pb) en muestras de tofu de diferentes tipos, procedentes de Europa y China, con el objeto de evaluar el perfil nutricional y el riesgo toxicológico derivado del consumo de estos productos.

Material y Métodos

Muestras

Se han analizado un total de 130 muestras de tofu de diferentes marcas. Las muestras fueron adquiridas entre octubre de 2016 y mayo de 2017 en grandes superficies y herbolarios de la isla de Tenerife (Islas Canarias, España).

Tabla 2. Características de las muestras analizadas

Marca	Tipo	Envase	Origen	Agente coagulante	Cultivo
Soria Natural	Ahumado	Plástico	España	Nigari (MgCl ₂)	Ecológico
Natursoy	Ahumado	Plástico	España	Nigari (MgCl ₂)	Ecológico
Vegetalia	Ahumado	Plástico	España	Nigari (MgCl ₂)	Ecológico
Special Line	Ahumado	Plástico	España	Nigari (MgCl ₂)	Ecológico
Oriente	Normal, blando	PET	China	Glucono delta lactona	Convencional
Hijas del Sol	Normal	PET	España	Nigari (MgCl ₂)	Ecológico
Ahimsa	Con quinoa y zanahoria	Plástico	España	Nigari (MgCl ₂)	Ecológico
Soria Natural	Natural	Plástico	España	Nigari (MgCl ₂)	Ecológico
Ahimsa	Natural, estilo japonés	Plástico	España	Nigari (MgCl ₂)	Ecológico
Ahimsa	Con algas	Plástico	España	Nigari (MgCl ₂)	Ecológico
Soria Natural	Con olivas	Plástico	España	Nigari (MgCl ₂)	Ecológico
Sojasun	Normal	Plástico	Italia	Nigari (MgCl ₂)	Convencional
Special Line	Natural	Plástico	España	Nigari (MgCl ₂)	Ecológico
Oriente	Normal, duro	PET	China	Glucono delta lactona	Convencional

*Shoyu formado por: agua, soja, trigo, sal marina y Koji (*Aspergillus oryzae*).

Tratamiento de las muestras

Se pesaron 10 gramos de cada muestra, previamente homogeneizada, en cápsulas de porcelana (Staalich, Alemania), las cuales se colocaron posteriormente en una estufa (Nabertherm, Alemania) a 70 – 75 °C durante 24 horas, para su total desecación. Se procedió a la digestión ácida de las muestras con ácido nítrico (HNO₃) concentrado (Sigma-Aldrich, Alemania). La incineración de las muestras fue llevada a cabo en un horno mufla (Nabertherm, Alemania) programado a 400°C durante 24 horas, hasta la obtención de cenizas blancas (22, 23). Las cenizas resultantes fueron disueltas en ácido nítrico (HNO₃) al 1,5% hasta un volumen de 25 mL, y trasvasadas a envases estériles herméticos con tapa para su posterior análisis.

Método analítico

Los metales se determinaron haciendo uso de un espectrómetro de emisión atómica con plasma acoplado inductivamente (ICP-OES) modelo ICAP 6300 Duo Thermo Scientific.

Las condiciones instrumentales del espectrómetro fueron las siguientes: potencia aproximada de RF, 1150 W; flujo de gas (flujo de gas nebulizador, flujo de gas auxiliar), 0,5 L/min; inyección de la muestra a la bomba de flujo, 50 rpm; tiempo de estabilización, 0 s.

La Tabla 3 presenta las longitudes de onda (nm) de cada metal analizado junto con los límites de detección y de cuantificación del método. Estos límites han sido calculados bajo condiciones de reproducibilidad, como tres y diez veces la desviación estándar (SD) resultante del análisis de 15 blancos (24).

Tabla 3. Longitudes de onda (nm) y límites de detección y de cuantificación de los metales analizados

Metal y longitud de onda (nm)	Límite de detección (mg/L)	Límite de cuantificación (mg/L)
Al (167,0)	0,004	0,012
B (249,7)	0,003	0,012
Ba (455,4)	0,001	0,005
Ca (317,9)	0,58	1,955
Cd (226,5)	0,0003	0,001
Co (228,6)	0,0006	0,002
Cr (267,7)	0,003	0,008
Cu (327,3)	0,004	0,012
Fe (259,9)	0,003	0,009
K (769,9)	0,565	1,884
Li (670,8)	0,005	0,013
Mg (279,1)	0,583	1,943
Mn (257,6)	0,002	0,008
Mo (202,0)	0,0007	0,002
Na (589,6)	1,097	3,655
Ni (231,6)	0,0007	0,003
Pb (220,3)	0,0003	0,001
Sn (189,9)	0,011	0,027
Sr (407,7)	0,0007	0,003
V (310,2)	0,001	0,005
Zn (206,2)	0,002	0,007

Con el objetivo de garantizar los resultados obtenidos, la exactitud del procedimiento analítico ha sido comprobada realizando controles de calidad basados en el estudio del porcentaje de recuperación obtenido con el material de referencia, bajo condiciones reproducibles. Los materiales de referencia empleados han sido el SRM 1577b Bovine Liver, SRM 1566b Oyster Tissue, SRM 1573a Tomato Leaves y el SRM 1515 Apple Leaves, todos del National Institute of Standards and Technology (NIST, Maryland, EE. UU.). Estos materiales, siendo similares a la matriz estudiada, han sido sometidos al mismo procedimiento que las muestras. Así mismo, ante la falta de un material de referencia para el litio, se ha hecho uso del método de las adiciones estándar.

Los porcentajes de recuperación obtenidos han sido, en todos los casos, superiores al 93%, no encontrándose, además, diferencias significativas entre las concentraciones encontradas y las certificadas por el fabricante (Tabla 4).

Tabla 4. Porcentaje de recuperación obtenido para los materiales de referencia usados

Material de referencia	Metal	C. certificada (mg/kg)	C. obtenida (mg/kg)	R (%)
SRM 1577b Bovine Liver	Na	0,242 ± 0,006	0,238 ± 0,010	98,3
	K	0,994 ± 0,002	0,936 ± 0,007	94,2
	Ca	116 ± 4	111,1 ± 8,5	95,8
	Mg	601 ± 28	559,5 ± 46	93,1
	Fe	184 ± 15	177,4 ± 11	96,4
	Zn	127 ± 16	124,1 ± 26	97,7
	Cu	160 ± 8	155,0 ± 13	96,9
	Mn	10,5 ± 1,7	10,24 ± 1,1	97,5
	Sr	0,136 ± 0,001	0,138 ± 0,002	101,3
	Al	3	3,1 ± 0,12	103,7
	Pb	0,129 ± 0,004	0,122	94,4
	Cd	0,5 ± 0,03	0,47	93,1
SRM 1566 b Oyster Tissue	B	4,5 ± 1,9	4,35 ± 1,2	96,7
	Ba	8,6 ± 0,3	8,15 ± 0,9	94,8
	Ni	1,04 ± 0,09	0,99 ± 0,12	95,3
	Co	0,3458±0,18	0,371	93,2
	V	0,5389±0,09	0,577	93,4
Método d3e adiciones estándar	Li	1,81	1,804 ± 0,087	99,7
SRM 1573a Tomato Leaves	Cr	1,95±0,09	1,99	98,1
SRM 1515 Apple Leaves	Mo	0,0872±0,028	0,094	92,8

Resultados y Discusión

Concentración de metales en tofu

La Tabla 5 recoge las concentraciones medias (mg/kg peso húmedo) y desviaciones estándar (DE) de cada metal en las muestras de tofu analizadas.

Tabla 5. Concentraciones medias (mg/kg peso húmedo) y desviaciones estándar (DE) de los metales estudiados en las muestras de tofu analizadas

Concentración (mg/kg peso húmedo) ± DE			
Macroelementos		Elementos traza no esenciales	
Ca	662±488	B	0,94±0,22
Na	480±862	Ba	0,88±0,39
K	1267±454	Li	0,28±0,25
Mg	1073±449	Ni	0,32±0,21
Elementos traza esenciales		Sr	2,01±1,08
		V	0,01±0,03
Fe	16,6±6,35	Metales tóxicos	
Cu	1,75±0,46		
Cr	0,05±0,02	Al	2,51±1,78
Co	0,01±0,00	Cd	0,01±0,00
Zn	9,39±1,94	Pb	0,02±0,01
Mn	6,81±1,77		
Mo	0,24±0,22		

El macroelemento que más destaca es el K (1267 mg/kg peso húmedo), seguido de Mg > Ca > Na. En cuanto a los elementos traza esenciales, es el Fe (16,6 mg/kg peso húmedo) el de mayor concentración media, seguido de Zn > Mn > Cu > Mo > Cr > Co.

El Sr (2,01 mg/kg peso húmedo) es el elemento traza no esencial encontrado en mayor concentración media, seguido de B > Ba > Ni > Li > V. Mientras que, de los metales tóxicos destaca considerablemente el Al, con una concentración media de 2,51 mg/kg peso húmedo, seguido de Pb (0,02 mg/kg peso húmedo) y Cd (0,01 mg/kg peso húmedo). Sin embargo, la legislación europea no ha fijado valor límite de metales tóxicos en tofu (25).

Concentración de metales en tofu por marcas

En la Figura 1 se muestra la concentración media de los macroelementos por marcas de tofu analizadas. Se tiene que la marca "Hijas del Sol" destaca por su mayor contenido medio de Mg (1683 mg/kg peso húmedo), seguido de la marca "Ahimsa", en la que se registra la mayor concentración media de Ca (1627 mg/kg peso húmedo). Asimismo, son las marcas "Special Line" y "Vegetalia" las que presentan las mayores concentraciones medias de K (1577 mg/kg peso húmedo) y Na (975 mg/kg peso húmedo), respectivamente.

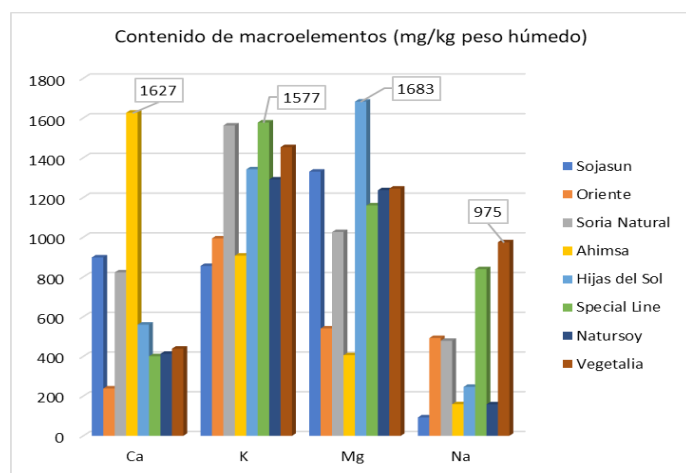


Figura 1. Contenido medio de macroelementos (mg/kg peso húmedo) de las diferentes marcas de tofu analizadas

La Figura 2 muestra las concentraciones medias (mg/kg peso húmedo) de cada uno de los elementos traza analizados por marcas de tofu. La marca "Sojasun" destaca por su elevado contenido en Fe (26,1 mg/kg peso húmedo). Es también la marca "Sojasun" la que presenta el mayor contenido medio de Zn (10,9 mg/kg peso húmedo). Mientras que, destaca también el contenido medio de Mn (9,30 mg/kg peso húmedo) registrado en la marca "Hijas del Sol".

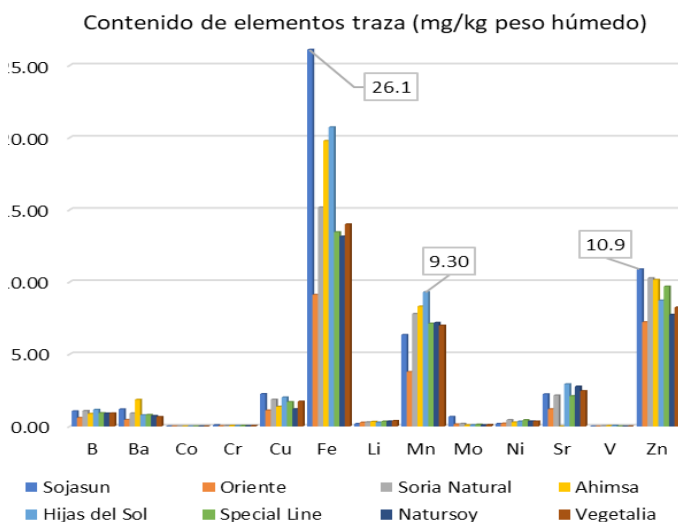


Figura 2. Contenido medio de elementos traza (mg/kg peso húmedo) de las diferentes marcas de tofu analizadas

La siguiente figura muestra el contenido medio de Al (mg/kg peso húmedo) en las muestras de tofu analizadas según su marca comercial (Fig. 3). Las marcas que más destacan por su contenido en Al son: Hijas del Sol > Sojasun > Ahimsa. El contenido de metales como el aluminio está directamente relacionado con la composición del suelo. Diversos estudios demuestran mayores concentraciones de aluminio en cultivos que crecen en suelos de bajo pH (26).

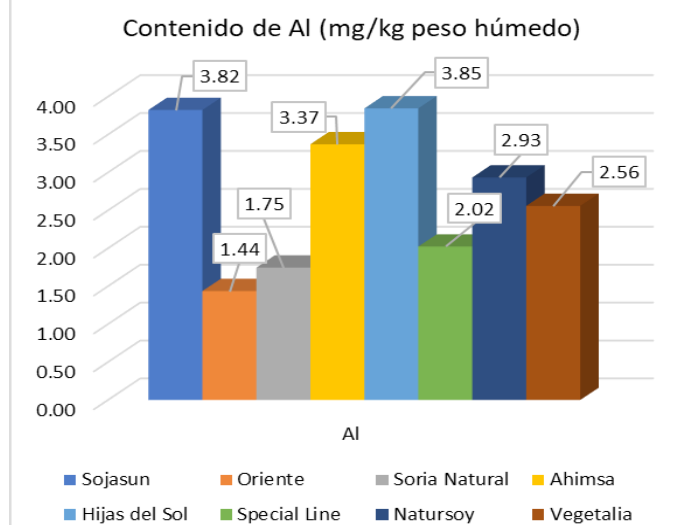


Figura 3. Contenido medio de aluminio (mg/kg peso húmedo) de las diferentes marcas de tofu analizadas

En la Figura 4 se encuentra el nivel medio de Cd y Pb encontrado en las diferentes marcas de tofu analizadas. El mayor nivel medio de Pb se ha registrado en las marcas "Ahimsa" y "Sojasun". Mientras que, el mayor contenido medio de Cd ha sido encontrado en el tofu de la marca "Hijas del Sol". No obstante, la legislación europea no establece límites máximos de Cd ni Pb en este tipo de productos (25).

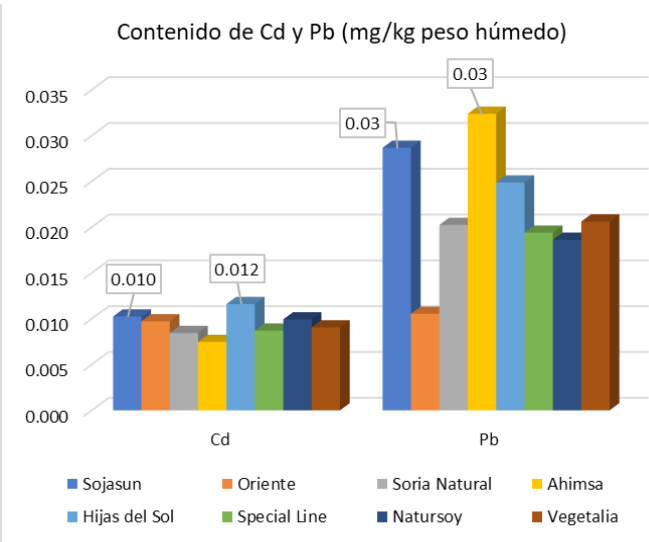


Figura 4. . Contenido medio de cadmio y plomo (mg/kg peso húmedo) de las diferentes marcas de tofu analizadas

Evaluación de la ingesta dietética

A continuación, con el objetivo de evaluar la ingesta dietética, se calcula la ingesta diaria estimada (IDE) de cada metal procedente del consumo medio de 200 gramos de tofu al día, calculada usando la siguiente fórmula (1).

(1) $IDE = \text{concentración de cada metal (mg / kg peso fresco)} \cdot \text{consumo medio (kg/día)}$

Una vez calculadas las IDEs, se procede a calcular el porcentaje de contribución a la ingesta diaria recomendada (IDR), en el caso de macroelementos y elementos traza esenciales, y a la ingesta diaria o semanal tolerable (UL, TWI, TDI), en el caso de los metales tóxicos y elementos traza no esenciales, siguiendo la fórmula que se presenta a continuación (2).

(2) $\text{Porcentaje de contribución} = \frac{IDE \text{ (mg / día)}}{\text{Valor límite o recomendado}} \cdot 100$

En la Tabla 6 se encuentran las ingestas diarias estimadas (IDEs) así como los porcentajes de contribución de cada metal analizado, considerando los valores recomendados o máximos de ingesta para cada metal analizado.

Tabla 6. Valores de ingesta diaria estimada (IDEs) y porcentajes de contribución

Metal	C. media (mg/kg peso húmedo)	IDE* (mg/día)	Contribución** (%)
Ca	662	132	14,7
Na	480	96	6,40
K	1267	253	8,16
Mg	1073	215	61,4 (hombres) – 71,7 (mujeres)
Fe	16,6	3,32	36,9 (hombres) – 18,4 (mujeres)
Cu	1,75	0,35	31,8
Cr	0,05	0,01	0,03 (hombres) – 0,04 (mujeres)
Co	0,01	0,002	-
Zn	9,39	1,88	19,8 (hombres) – 26,9 (mujeres)
Mn	6,81	1,36	59,1 (hombres) – 75,6 (mujeres)
Mo	0,24	0,05	0,11
B	0,94	0,19	11,2
Ba	0,88	0,18	1,31
Li	0,28	0,06	-
Ni	0,32	0,06	31,3
Sr	2,01	0,40	4,50
V	0,01	0,002	0,11
Al	2,51	0,50	5,11
Cd	0,01	0,002	8,18
Pb	0,02	0,004	11,7

*Consumo diario de 200 g de tofu
 **Peso medio de un adulto de 68,48 (27)

El consumo de 200 gramos de tofu al día contribuye notoriamente a la ingesta diaria recomendada de elementos esenciales como el Mg (61,4% hombres, 71,7 mujeres), Mn (59,1% hombres, 75,6% mujeres), Fe (36,9% hombres, 18,4% mujeres), Cu (31,8% adultos) y Zn (19,8% hombres, 26,9% mujeres). Sin embargo, en el caso particular del Fe, es necesario tener en cuenta la menor biodisponibilidad y absorción de éste procedente de los alimentos vegetales como

el tofu, pues en este caso se encuentra como hierro no hemo (28).

En cuanto a la ingesta de elementos traza no esenciales y metales tóxicos, es necesario destacar el porcentaje de contribución a la ingesta diaria tolerable del Ni, siendo del 31,1%. Esto podría suponer un problema en casos de ingesta prolongada.

Sin embargo, teniendo en cuenta los porcentajes obtenidos derivados de la ingesta de 200 gramos al día de tofu, se tiene que no supone un riesgo para la salud de los adultos. Además, contribuye en la ingesta diaria de elementos esenciales.

Conclusiones

Se ha determinado el contenido de macroelementos (Na, K, Ca, Mg), elementos traza esenciales (Fe, Cu, Cr, Co, Zn, Mn, Mo), elementos traza no esenciales (Ni, Sr, V, B, Ba, Li) y metales tóxicos (Al, Cd, Pb) en 130 muestras de tofu de diferentes tipos y procedencias. El perfil nutricional de las muestras de tofu analizadas es adecuado, siendo, en especial, una fuente de elementos traza esenciales. A excepción del Ni, el cual podría superar la TDI en casos de mayor consumo de tofu, los porcentajes de contribución del resto de metales tóxicos y no esenciales no supondría un riesgo para la salud de los adultos.

Bibliografía

1. Ma L, Li B, Han F, Yan S, Wang L, Sun J. Evaluation of the chemical quality traits of soybean seeds, as related to sensory attributes of soymilk. *Food Chem.* 2015; 173: 694-701.
2. Serrazanetti DI, Ndagijimana M, Miserochi C, Perillo L, Guerzoni ME. Fermented tofu: Enhancement of keeping quality and sensorial properties. *Food Control.* 2013; 34:336-346.
3. Xu L, Du B, Xu B. A systematic, comparative study on the beneficial health components and antioxidant activities of commercially fermented soy products marketed in China. *Food Chem.* 2015; 174: 202-213.
4. Meng S, Chang S, Gillen AM, Zhang Y. Protein and quality analyses of accessions from the USDA soybean germplasm collection for tofu production. *Food Chem.* 2016; 213:31-39.
5. Poysa V, Woodrow L. Stability of soybean seed composition and its effect on soymilk and tofu yield and quality. *Food Res. Int.* 2002; 35: 337-345.
6. Toro-Funes N, Bosch-Fuste J, Latorre-Moratalla MI, Veciana-Nogués MT, Vidal-Carou MC. Biologically active amines in fermented and non-fermented commercial soybean products from the Spanish market. *Food Chem.* 2015; 173: 1119-1124.
7. Yoon J, Cao X, Zhou Q, Ma LQ. Accumulation of Pb, Cu, and Zn in native plants growing on a contaminated Florida site. *Sci. Total Environ.* 2006; 368: 456-464.
8. Tóth G, Hermann T, Da Silva MR, Montanarella L. Heavy metals in agricultural soils of the European Union with implications for food safety. *Environ. Int.* 2016; 88:299-309.
9. Branzini A, Santos González R, Zubillaga M. Absorption and translocation of copper, zinc and chromium by *Sesbania virgata*. *J. Environ. Manag.* 2012; 102: 50-54.
10. Imtiaz M, Rizwan MS, Mushtaq MA, Ashraf M, Shahzad SM, Yousaf B, Saeed DA, Rizwan M, Nawaz MA, Mehmood, Tu S. Silicon occurrence, uptake, transport and mechanisms of heavy metals, minerals and salinity enhanced tolerance in plants with future prospects: A review. *J. Environ. Manag.* 2016; 183: 521-529.
11. Noli F, Tsamos P. Concentration of heavy metals and trace elements in soils, waters and vegetables and assessment of health risk in the vicinity of a lignite-fired power plant. *Sci. Total Environ.* 2016; 563-564: 377-385.
12. Rubio C, Napoleone G, Luis-González G, Gutiérrez AJ, González-Weller D, Hardisson A, Revert C. Metals in edible seaweed. *Chemosphere.* 2017; 173: 572-579.
13. Rubio C, Paz S, Ojeda I, Gutiérrez AJ, González-Weller D, Hardisson A, Revert C. Dietary Intake of Metals from Fresh Cage-Reared Hens' Eggs in Tenerife, Canary Islands. *J. Food Qual.* 2017; DOI 10.1155/2017/5972153
14. EFSA (European Food Safety Authority). Statement on the Evaluation on a New Study Related to the

- bioavailability of aluminum in food. EFSA J. 2011; 9(5): 2157.
15. EFSA. Panel on Contaminants in the Food Chain (CONTAM). Statement on tolerable weekly intake for cadmium. EFSA J. 2011; 9(2): 1975.
16. WHO. Strontium and strontium compound. Concise International Chemical Assessment Document. 2010; 77: 1-63.
17. SCHER (Scientific Committee on Health and Environmental Risk). Assessment of the Tolerable Daily Intake of Barium. European Commission. 2012; DOI: 10.2772/49651
18. EFSA. Scientific opinion on the risks to public health related to the presence of nickel in food and drinking water. EFSA J. 2015; 13(2): 4002-4204.
19. AESAN. Informe del Comité Científico de la AESAN en relación a criterios de estimación de concentraciones para la discusión de propuestas de límites de migración de determinados metales pesados y otros elementos de objetos de cerámica destinados a entrar en cont. Rev. Com. Cient. 2012; 16: 11-20.
20. IOM (Institute of Medicine). Dietary Reference Intakes for Vitamin A, Vitamin K, Arsenic, Boron, Chromium, Copper, Iodine, Iron, Manganese, Molybdenum, Nickel, Silicon, Vanadium, and Zinc. Food and Nutrition Board, Institute of Medicine, National Academies. Washington, USA; 2001.
21. FESNAD (Federación Española de Sociedades de Nutrición, Alimentación y Dietética). Ingestas Dietéticas de Referencia (IDR) para la población española. Acta Diet. 2010; 14(4): 196-197.
22. Hardisson A, Rubio C, Báez A, Martín MM, Álvarez R, Díaz E. Mineral composition of the banana (*Musa acuminata*) from the island of Tenerife. Food Chem. 2001; 73:153-161.
23. Gutiérrez AJ, González-Weller D, González T, Burgos A, Lozano G, Hardisson A. Content of trace metals (iron, zinc, manganese, chromium, copper, níquel) in canned variegated scallops (*Chlamysvaria*). Int. J. Food Sci. Nutr. 2008; 59:535-543.
24. IUPAC. International union of pure and applied chemistry, nomenclature in evaluation of analytical methods including detection and quantification capabilities. Pure Appl. Chem. 1995; 67:1699–1723.
25. CE (Comisión Europea). Reglamento (CE) No 1881/2006 de la Comisión de 19 de diciembre de 2006 por el que se fija el contenido máximo de determinados contaminantes en los productos alimenticios. Diario Oficial de la Unión Europea. 2006; L364/5.
26. Hardisson A, Revert C, González-Weller D, Gutiérrez A, Paz S, Rubio C. Aluminium Exposure Through the Diet. HSOA J. Food Sci. Nutr. 2017; 3:019.
27. AECOSAN (Agencia Española de Consumo, Seguridad Alimentaria y Nutrición). Modelo de dieta española para la determinación de la exposición del consumidor a sustancias químicas. Ministerio de Sanidad y Consumo, Madrid; 2006.
28. Abbaspour N, Hurrell R, Kelishadi R. Review on iron and its importance for human health. J. Res. Med. Sci. 2014; 19(2): 164-174.