



ORIGINAL

Contenido de macroelementos, elementos traza y metales tóxicos en mieles comerciales

Content of macroelements, trace elements and toxic metals in commercial honeys

Saray Díaz¹, Soraya Paz¹, Carmen Rubio¹, Ángel J. Gutiérrez¹, Dailos González-Weller², Consuelo Revert¹, Arturo Hardisson¹

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

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

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: spazmont@gmail.com (Soraya Paz Montelongo).

Recibido el 10 de julio de 2018; aceptado el 26 de julio de 2018.

JONNPR. 2018;3(10):753-767

DOI: 10.19230/jonnpr.2607

Resumen

Introducción: La miel es el producto natural producido por las abejas melíferas a partir del néctar de las flores. Esta sustancia dulce es consumida como endulzante. La composición de la miel está influenciada por múltiples factores, entre los que se encuentra el ambiente. El aumento de la contaminación ambiental y la capacidad de bioacumulación de metales en las mieles hace necesario determinar el contenido de metales en este alimento.

Objetivos: El objetivo de este estudio es determinar el contenido de macroelementos (Na, K, Ca, Mg), elementos traza esenciales y no esenciales (Fe, Cu, Zn, Cr, Mn, Mo, Co, B, Ba, Ni, Sr, V, Li) y metales tóxicos (Al, Cd, Pb) para evaluar el aporte nutricional y el riesgo toxicológico teniendo en cuenta los valores de ingesta recomendada y máxima, respectivamente.

Material y métodos: Se han analizado un total de 30 muestras de mieles comerciales adquiridas en grandes superficies de la isla de Tenerife (Islas Canarias, España) mediante ICP OES (inductively coupled plasma optical emission spectrometry).

Resultados y discusión: El K (879 mg/kg peso húmedo) es el macroelemento que más destaca. Mientras que, de los elementos traza, es notable el nivel de B (3,56 mg/kg p.h.) y Mn (3,00 mg/kg p.h.). El Al (2,96 mg/kg p.h.) es el metal tóxico que destaca, seguido de Pb (0,04 mg/kg p.h.) y Cd (0,003 mg/kg p.h.). El consumo de 25 g/día de estas mieles supondría un aporte destacado de Mn (3,26% hombres, 4,17% mujeres) así como un porcentaje de contribución del 2,92% de la TDI de Pb.

Conclusión: El consumo de estas mieles no supondría un riesgo para la salud de los adultos.



Los artículos publicados en esta revista se distribuyen con la licencia:
Articles published in this journal are licensed with a:
Creative Commons Attribution 4.0.

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>
La revista no cobra tasas por el envío de trabajos,
ni tampoco cuotas por la publicación de sus artículos.

Palabras clave

miel; metales; contaminación; riesgo tóxico; ICP OES

Abstract

Introduction: Honey is the natural product produced by honey bees from the nectar of flowers. This sweet substance is consumed as a sweetener. The composition of honey is influenced by many factors, among which the environment is found. The increase of the environmental pollution and the capacity of bioaccumulation of metals in the honeys makes it necessary to determine the content of metals in this food.

Objectives: The objective of this study is to determine the content of the elements (Na, K, Ca, Mg), essential and non-essential trace elements (Fe, Cu, Zn, Cr, Mn, Mo, Co, B, Ba, Ni, Sr, V, Li) and toxic metals (Al, Cd, Pb) to evaluate the nutritional contribution and the toxic risk Logic taking into account the recommended and maximum intake values, respectively.

Material and methods: A total of 30 samples of commercial honeys acquired in large areas of the island of Tenerife (Canary Islands, Spain) have been analyzed through ICP OES (inductively coupled plasma optical emission spectrometry).

Results and discussion: K (879 mg/kg wet weight) is the most important element. Whereas, of the trace elements, the level of B (3.56 mg/kg ph) and Mn (3.00 mg/kg p. h) is notable. The Al (2.96 mg/kg ph) is the toxic metal that stands out, followed by Pb (0.04 mg/kg ph) and Cd (0.003 mg/kg ph). The consumption of 25 g/day of these honeys would be a significant contribution of Mn (3.26% men, 4.17% women) as well as a contribution percentage of 2.92% of the TDI of Pb.

Conclusion: The consumption of these honeys would not pose a risk to the health of the adults.

Keywords

honey; metals; contamination; toxic risk; ICP OES

Aportación a la literatura científica

Este trabajo actualiza los datos de metales en mieles comerciales. Además, se realiza una evaluación de la ingesta dietética de estos metales.

Los resultados obtenidos sirven para el conocimiento sobre el contenido de metales en las mieles que se comercializan en España.

Introducción

La miel es el producto natural producido por las abejas *Apis mellifera* principalmente a través del néctar de las flores. Las abejas sorben este néctar y lo transforman, combinándolo con otras sustancias, acumulándolo en los panales⁽¹⁻³⁾. La miel es consumida por su dulzor, convirtiéndola en un edulcorante natural además, ésta ha sido utilizada desde la antigüedad con fines medicinales debido a su actividad antimicrobiana⁽⁴⁾.

Constituye un alimento energético por su elevado contenido en carbohidratos, además contiene aminoácidos, minerales, vitaminas y compuestos fenólicos. Sin embargo, la composición química de la miel depende de diversos factores como el origen botánico del néctar, factores ambientales y geográficos, y las técnicas del apicultor. Asimismo, estos factores pueden provocar un aumento en el nivel de metales en las mieles^(5,6), es por eso que diversos autores ponen de manifiesto la posibilidad de usar las mieles como bioindicadores de contaminación ambiental⁽⁷⁾.

Las mieles pueden contener elementos esenciales como los macroelementos (Na, K, Ca, Mg), los cuales son requeridos en grandes cantidades diarias y desempeñan importantes funciones en el organismo⁽⁸⁾. El Ca es un constituyente esencial de huesos y dientes, mientras que el K y el Na forman cationes monovalentes que participan en el mantenimiento de la presión osmótica, o el Mg, que interviene en más de 300 reacciones enzimáticas⁽⁹⁻¹¹⁾. Por otro lado, la miel puede contener elementos traza esenciales (Fe, Cu, Zn, Cr, Mn, Mo, Co) que son requeridos diariamente pero en menores cantidades pues, una ingesta excesiva de cualquiera de estos elementos produciría efectos tóxicos. El Fe es un elemento que interviene en el transporte de oxígeno en la hemoglobina. Otros, como el Zn, Cu, Mo y Mn intervienen en procesos enzimáticos siendo cofactores de metaloenzimas⁽⁸⁾. El Co forma parte de la cobalamina o vitamina B12. Y por último, el Cr es un elemento que participa en el metabolismo de los hidratos de carbono, los lípidos y los ácidos nucleicos⁽¹²⁾.

En cuanto a los elementos traza no esenciales (B, Ba, Ni, Sr, V, Li), éstos son elementos que se encuentran de forma natural en el ambiente. No son esenciales para los seres humanos pero sí son esenciales para otros organismos animales y vegetales. Una ingesta excesiva de cualquiera de estos elementos podría tener graves consecuencias para la salud.

Los metales tóxicos (Al, Cd, Pb) son contaminantes ambientales y alimentarios que carecen de función en el organismo, siendo tóxicos. El Al es un conocido agente neurotóxico que tiende a acumularse en los tejidos, principalmente en el cerebro, estando relacionado con enfermedades neurodegenerativas como el Alzheimer^(13,14). El Cd es un metal contaminante y bioacumulativo que compite con elementos esenciales como el Zn, puede provocar daños al sistema renal. El Pb, otro agente neurotóxico, puede causar daños en el tracto gastrointestinal, el sistema renal y el sistema nervioso central⁽¹⁵⁾.

Las mieles comerciales que se distribuyen en Canarias están compuestas por mezcla de mieles de diversos orígenes. Estos orígenes son desconocidos para el consumidor, sin embargo, debido a su menor precio las mieles comerciales son las más consumidas. La determinación de metales en este tipo de mieles es necesaria para evaluar el perfil nutricional y el riesgo toxicológico derivado del consumo de éstas.

Los objetivos del presente estudio han sido: (i) determinar el contenido de macroelementos (Na, K, Ca, Mg), elementos traza esenciales y no esenciales (Fe, Cu, Zn, Cr, Mn, Mo, Co, B, Ba, Ni, Sr, V, Li) y metales tóxicos (Al, Cd, Pb) mediante espectrometría de emisión óptica de plasma acoplado inductivamente, (ii) evaluar el aporte nutricional y el riesgo toxicológico teniendo en cuenta los valores de ingesta recomendada y máxima, respectivamente.

Material y Métodos

Muestras

Se analizaron un total de 30 muestras de mieles comerciales adquiridas en grandes superficies de la isla de Tenerife (Islas Canarias, España) entre los meses de diciembre de 2016 y marzo de 2017. Las muestras de miel adquiridas fueron: multiflores, de eucalipto, de romero, de montaña y de castaño.

Tratamiento de muestras

Se pesaron 5 gramos de miel, previamente homogeneizada, en cápsulas de porcelana (Staalich, Alemania) que se desecaron en estufa (Nabertherm, Alemania) a una temperatura de 70°C durante 24 horas. Posteriormente, las muestras se sometieron a digestión ácida con HNO₃ (Merck, Alemania) concentrado al 65%, para la destrucción de la materia orgánica. A continuación, se procedió a la incineración de las muestras en un horno mufla (Nabertherm, Alemania) con un programa temperatura – tiempo de 450°C – 24 horas, con subida progresiva de la temperatura de 50°C/hora⁽¹⁶⁾. Las cenizas blancas fueron disueltas en HNO₃ al 1,5% hasta un volumen de 25 mL en un matraz aforado. Cada muestra fue realizada por triplicado.

Método analítico y control de calidad

La determinación de los metales se realizó mediante ICP – OES (Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry) usando un espectrómetro modelo Thermo Scientific iCAP 6000 series (Waltham, EEUU). Las condiciones instrumentales del equipo fueron las siguientes: potencia aproximada de RF de 1,2 kW; flujo de gas (flujo gas nebulizador, flujo gas auxiliar) de 0,5 L/min; velocidad de la bomba de 50 rpm y tiempo de estabilización de 0 s⁽¹⁷⁾.

Las longitudes de onda (nm) instrumentales así como los límites de cuantificación instrumental (mg/L) para cada metal analizado son los que se recogen en la Tabla 1. Los límites de cuantificación (LOQ) han sido obtenidos mediante el análisis de 15 blancos en condiciones de reproducibilidad⁽¹⁸⁾.

Tabla 1. Longitudes de onda (nm) y límites de cuantificación (mg/L) instrumentales para cada metal analizado

Metal	Longitud de onda (nm)	LOQ (mg/L)
Al	167,0	0,012
B	249,7	0,012
Ba	455,4	0,005
Ca	317,9	1,955
Cd	226,5	0,001
Co	228,6	0,002
Cr	267,7	0,008
Cu	327,3	0,012
Fe	259,9	0,009
K	769,9	1,884
Li	670,8	0,013
Mg	279,1	1,943
Mn	257,6	0,008
Mo	202,0	0,002
Na	589,6	3,655
Ni	231,6	0,003
Pb	220,3	0,001
Sr	407,7	0,003
V	310,2	0,005
Zn	206,2	0,007

LOQ, límite de cuantificación

Ha sido realizado un control de calidad del método para garantizar la exactitud y precisión del mismo. Este control de calidad se ha basado en los porcentajes de recuperación para cada metal usando materiales de referencia certificados (MRC) similares a la matriz en estudio. La Tabla 2 recoge el estudio de recuperación obtenido tras someter a los MRCs al mismo proceso de tratamiento que las muestras. Se han obtenido porcentajes de recuperación elevados.

Tabla 2. Porcentajes de recuperación (%) del material de referencia para cada metal analizado

Material de referencia	Metal	Concentración obtenida (mg/kg)	Concentración certificada (mg/kg)	Recuperación (%)
SRM 1515 Apple Leaves	Al	286 ± 9	285,1 ± 26	99,7
	B	27,0 ± 2,0	27,0 ± 1,5	99,9
	Cr	0,30 ± 0,00	0,29 ± 0,03	97,8
	Mo	0,09 ± 0,01	0,09 ± 0,02	99,4
	Sr	25,0 ± 2,0	24,6 ± 4,0	98,3
SRM 1548a Typical Diet	Ba	1,10 ± 0,10	1,13 ± 0,09	102,5
	Ni	0,37 ± 0,02	0,38 ± 0,04	102,3
	Pb	0,044 ± 0,000	0,044 ± 0,013	98,9
SRM 1567a Wheat Flour	Ca	0,02 ± 0,00	0,02 ± 0,02	101,4
	Cd	0,026 ± 0,002	0,026 ± 0,008	98,4
	Co	0,006 ± 0,00	0,006 ± 0,002	102,4
	Cu	2,1 ± 0,2	2,09 ± 0,4	99,7
	Fe	14,1 ± 0,5	13,9 ± 0,3	98,9
	K	0,133 ± 0,003	0,132 ± 0,02	99,3
	Mg	0,04 ± 0,00	0,04 ± 0,03	102,6
	Mn	9,4 ± 0,9	9,6 ± 1,5	102,4
	Na	6,1 ± 0,8	6,1 ± 0,3	99,2
	V	0,011 ± 0,00	0,011 ± 0,00	99,4
	Zn	11,6 ± 0,4	11,9 ± 0,2	102,7

La evaluación de la ingesta dietética se basa en la estimación de la ingesta diaria estimada (IDE), que es obtenida como se muestra a continuación:

$$\text{IDE (mg/día)} = \text{Consumo medio de miel (kg/día)} \cdot \text{Concentración metal (mg/kg)}$$

Conocido el valor de la IDE, se calcula el porcentaje de contribución a los valores recomendados o máximos para cada metal. Estos porcentajes de contribución se obtienen como se indica a continuación:

$$\text{Porcentaje de contribución (\%)} = [\text{Valor de IDE (mg/día)} / \text{Valor guía}] \cdot 100$$

Resultados y Discusión

Contenido de metales en mieles comerciales

La Tabla 3 muestra las concentraciones medias (mg/kg) y las desviaciones estándar (DS) de los metales estudiados en las mieles comerciales. En lo que respecta a los macroelementos, se tiene que el K es el elemento que más destaca, con una concentración media de 879 mg/kg, seguido por Na > Ca > Mg.

Tabla 3. Concentración media de cada metal (mg/kg peso húmedo) y desviaciones estándar (DS) en las muestras de mieles analizadas

	C. media (mg/kg p.h.) ± DS
<i>Macroelementos</i>	
Ca	78,9±36
K	878±641
Mg	67,5±62
Na	760±3654
<i>Elementos traza</i>	
B	3,56±1,4
Ba	0,50±0,4
Co	< LOQ
Cr	0,004±0,01
Cu	0,91±0,8
Fe	2,11±1,0
Li	0,59±0,5
Mn	3,00±4,1
Mo	0,005±0,008
Ni	0,09±0,06
Sr	0,72±0,9
V	0,21±0,1
Zn	1,65±0,7
<i>Metales tóxicos</i>	
Al	2,96±2,9
Cd	0,003±0,004
Pb	0,04±0,03

En cuanto a los elementos traza esenciales, el nivel medio de Mn (3,00 mg/kg p.h) ha sido el más elevado, seguido de Fe > Zn > Cu > Mo > Cr. El contenido de Co no ha sido cuantificado por encontrarse por debajo del LOQ de este elemento. Asimismo, el B (3,56 mg/kg p.h.) ha sido el elemento traza no esencial que ha registrado la mayor concentración media. Esto puede deberse a que el B es un elemento esencial para las plantas⁽¹⁹⁾ con lo que se encontrarán concentraciones destacables en su néctar. El resto de elementos traza no esenciales siguen el orden decreciente de concentración de Sr > Li > Ba > V > Ni.

El Al (2,96 mg/kg p.h.) es el metal tóxico que destaca, seguido de Pb (0,04 mg/kg p.h.) y Cd (0,003 mg/kg p.h.). El Reglamento Europeo (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, no fija límites máximos de ninguno de estos metales tóxicos en mieles⁽²⁰⁾.

Comparación con otros autores

La Figura 1 muestra el contenido de macroelementos encontrado por otros autores. Rashed & Soltan⁽²¹⁾, quienes analizaron muestras de miel de sésamo procedentes de Egipto, obtuvieron concentraciones de K (1500 mg/kg p.h.) muy superiores a las obtenidas en el presente estudio. Mientras que, Yilmaz & Yavuz⁽²²⁾ obtuvieron concentraciones menores de Na, Mg y Ca menores a las encontradas en este estudio.

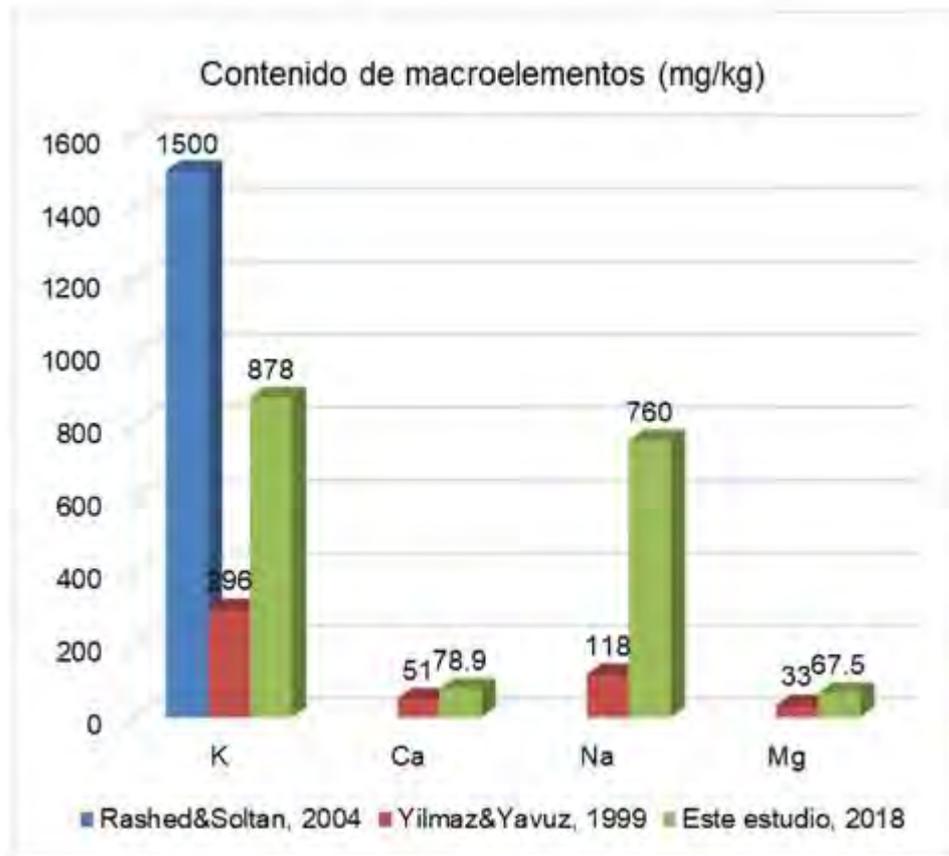


Figura 1. Comparación del contenido de macroelementos con otros autores

En cuanto al contenido de elementos traza (Figura 2), las concentraciones de Fe, Cu y Zn encontradas por los autores consultados son muy superiores a las registradas en el presente estudio, a excepción del nivel de Mn que ha sido superior al encontrado por Yilmaz & Yavuz⁽²²⁾.

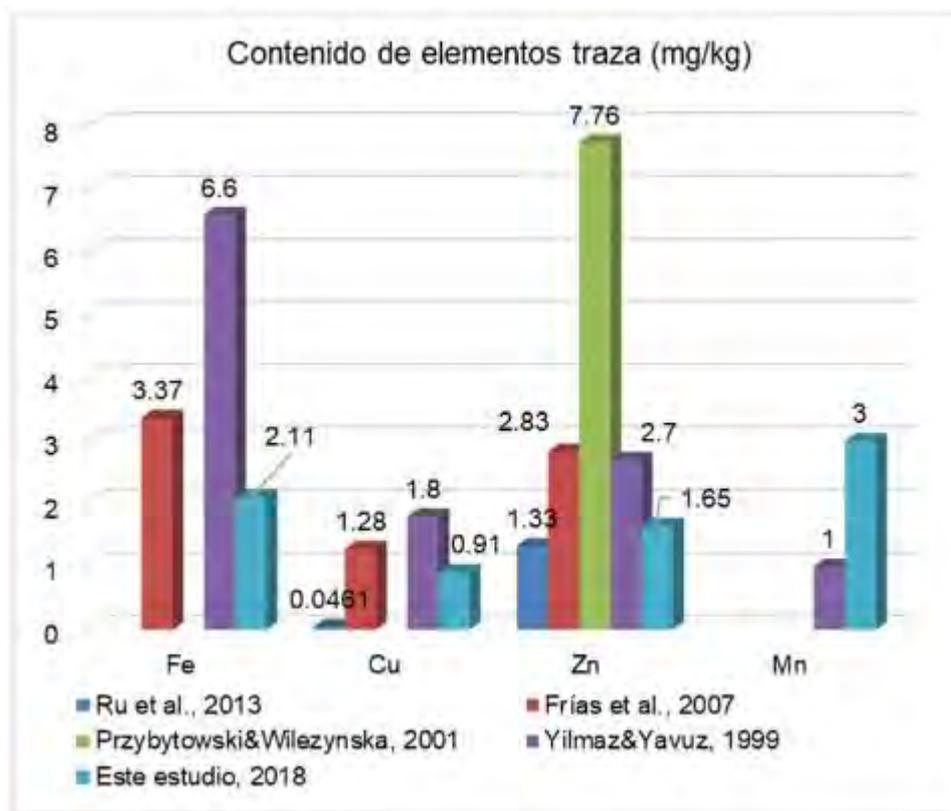


Figura 2. Comparación del contenido de elementos traza con otros autores

En la Figura 3 puede observarse como el contenido de Cd encontrado en este estudio ha resultado menor que el encontrado por los autores consultados, mientras que, el contenido de Pb ha sido muy similar a los registrados por otros autores.

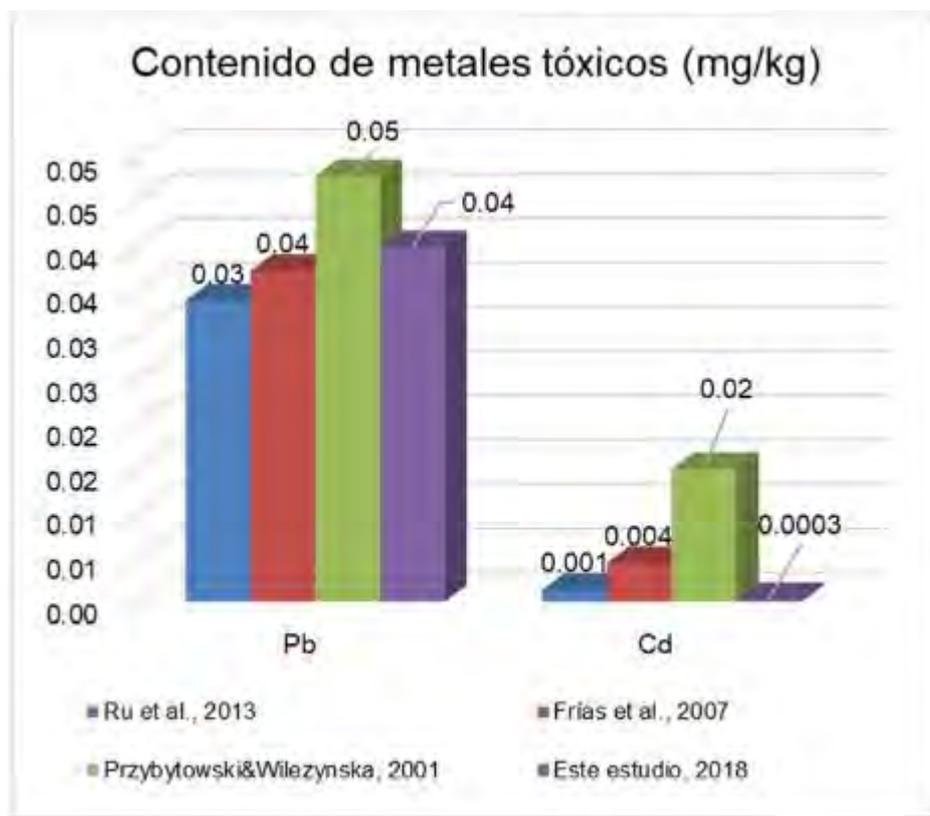


Figura 3. Comparación del contenido de metales tóxicos con otros autores

Evaluación de la ingesta dietética

La Tabla 4 muestra los valores de referencia fijados por diferentes instituciones, así como el valor de ingesta diaria estimada (IDE) y su porcentaje de contribución a la ingesta recomendada o máxima.

Tabla 4. Valores de ingesta diaria estimada ($\mu\text{g}/\text{día}$) y porcentajes de contribución (%) para las mieles comerciales analizadas

Metal	Parámetro	Valor	Referencia	IDE ($\mu\text{g}/\text{día}$)	Porcentajes de contribución (%)
Al	TWI	1 mg/kg pc/semana	(24)	74,0	0,76
Cd		2,5 $\mu\text{g}/\text{kg}$ pc/semana	(25)	0,08	0,31
Sr	TDI	0,13 mg/kg pc/día	(26)	18,0	0,20
Ba		200 $\mu\text{g}/\text{kg}$ pc/día	(27)	12,5	0,09
Ni		2,8 $\mu\text{g}/\text{kg}$ pc/día	(28)	2,25	1,17
Pb		0,5 $\mu\text{g}/\text{kg}$ pc/día	(29)	1,0	2,92
B	UL	17-20 mg/día	(30)	89,0	0,52
V		1,8 mg/día		5,25	0,29
Ca	IDR	900 – 1000 mg/día	(31)	1973	0,22
Cr		35 mg/día (hombre) - 25 mg/día (mujer)		0,10	-
Cu		1,1 mg/día 9 mg/día		22,8	2,07
Fe		(hombre) - 18 mg/día (mujer)		52,8	0,59 (hombre) – 0,29 (mujer)
K		3100 mg/día		21950	0,71
Mg		350 mg/día (hombre) - 300 mg/día (mujer)		1688	0,48 (hombre) – 0,56 (mujer)
Mn		2,3 mg/día (hombre) – 1,8 mg/día (mujer)		75,0	3,26 (hombre) – 4,17 (mujer)
Mo		45 mg/día		0,13	-
Na		1500 mg/día		19000	1,27
Zn		9,5 mg/día (hombre) - 7 mg/día (mujer)		41,3	0,43 (hombre) – 0,59 (mujer)

*TWI, tolerable weekly intake o ingesta semanal tolerable; TDI, tolerable daily intake o ingesta diaria tolerable; UL, upper level intake o ingesta máxima; IDR, ingesta diaria recomendada

**Peso corporal de un adulto (pc) establecido en 68.48 kg por la AECOSAN⁽³²⁾

Se ha estimado una ingesta diaria de 25 gramos al día de miel, siguiendo las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud (OMS) que limita a 25 gramos diarios el consumo de productos con azúcares libres como la miel⁽²³⁾. Este consumo supone un aporte de Mn del 3,26% de la IDR para hombres y del 4,17% de la IDR para mujeres. Destaca,

también el porcentaje de contribución a la IDR de Cu, siendo del 2,07% de la IDR para este elemento traza.

El consumo de 25 g/día de las mieles analizadas supondría un porcentaje de contribución de Pb del 2,92% de la TDI (ingesta diaria tolerable). El porcentaje de contribución de Al y Cd es menor al 1% de sus respectivas TWIs (ingestas semanales tolerables). Teniendo en cuenta los porcentajes de contribución calculados, el consumo de las mieles comerciales analizadas no supondría en ningún caso un riesgo para la salud de los adultos.

Conclusiones

Se ha determinado el contenido de macroelementos (Na, K, Ca, Mg), elementos traza esenciales y no esenciales (Fe, Cu, Zn, Cr, Mn, Mo, Co, B, Ba, Ni, Sr, V, Li) y metales tóxicos (Al, Cd, Pb) en 30 muestras de mieles comerciales adquiridas en la isla de Tenerife (Canarias, España). El consumo de 25 gramos al día de estas mieles supondría un aporte destacado de Mn, siendo del 3,26% y 4,17% para hombres y mujeres, respectivamente. Mientras que, el mismo consumo significaría un porcentaje de contribución del 2,92% de la TDI de plomo. El consumo medio de 25 g/día de estas mieles no supondría un riesgo para la salud de los adultos, pues en todos los casos, los porcentajes de contribución de los metales tóxicos y elementos traza no esenciales son bajos.

Referencias

1. Hernández OM, Fraga JMG, Jiménez AI, Jiménez F, Arias JJ. Characterization of honey from the Canary Islands: determination of the mineral content by atomic absorption spectrophotometry. *Food Chem.* 2005; 93: 449–458.
2. Moguel Ordóñez YB, Echazarreta González C, Mora Escobedo R. Calidad fisicoquímica de la miel de abeja *Apis mellifera* producida en el estado de Yucatán durante diferentes etapas del proceso de producción y tipos de floración. *Tec Pecu Méx* 2005; 43(3): 323-334.
3. Armando Ulloa J, Mondragon Cortez PM, Rodríguez Rodríguez R, Resendiz Vazquez JA, Rosas Ulloa P. La miel de abeja y su importancia. *Revista Fuente.* 2010; 2(4): 11-18.
4. Estrada H, Gamboa MM, Chaves C, Arias ML. Evaluación de la actividad antimicrobiana de la miel de abeja contra *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli*, *Salmonella enteritidis*, *Listeria monocytogenes* y *Aspergillus niger*. Evaluación de su carga microbológica. *Arch. Latinoameric. Nutr.* 2005; 55(2).

5. González-Miret ML, Terrab A, Hernanz D, Fernández-Recamales MA, Heredia FJ. Multivariate Correlation between Color and Mineral Composition of Honeys and by Their Botanical Origin. *J. Agric. Food Chem.* 2005; 53(7): 2574–258.
6. Lachman J, Kolišova D, Miholova D, Kosata J, Titra D, Kult K. Analysis of minority honey components: Possible use for the evaluation of honey quality. *Food Chem.* 2007; 101: 973-979.
7. Przybyłowski P, Wilczyńska A. Honey as an environmental marker. *Food Chem.* 2001; 74:289–29.
8. 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.
9. Rubio C, Paz S, Ojeda I, Gutiérrez A.J, Dailos González-Weller, Hardisson, 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.
10. Rubio C, Paz S, Tius E, Hardisson A, Gutiérrez AJ, González-Weller D, Caballero JM, Revert C. Metal Contents in the Most Widely Consumed Commercial Preparations of Four Different Medicinal Plants (Aloe, Senna, Ginseng, and Ginkgo) from Europe. *Biol. Trace Elem. Res.* 2018; DOI: 10.1007/s12011-018-1329-7.
11. Gonzalez-Weller D, Rubio C, Gutiérrez A.J, Pérez B, Hernández-Sánchez C, Caballero J.M, Revert C, Hardisson A. Dietary Content and Evaluation of Metals in Four Types of Tea (White, Black, Red and Green) Consumed by the Population of the Canary Islands. *Pharm. Anal. Acta* 2015; 6: 1-10.
12. IOM (Institute of Medicine). Food and Nutrition Board, Panel on Micronutrients. Arsenic, Boron, Nickel, Silicon, and Vanadium. In *Dietary Reference Intakes for Vitamin A, Vitamin K, Arsenic, Boron, Chromium, Copper, Iodine, Iron, Manganese, Molybdenum, Nickel, Silicon, Vanadium, and Zinc*. Washington (DC): National Academies Press (US); 2001.
13. Rubio C, Ojeda I, Gutiérrez AJ, Paz S, González-Weller D, Hardisson A (2018b) Exposure assessment of trace elements in fresh eggs from free-range and home-grown hens analysed by inductively coupled plasma optical emission spectrometry (ICP-OES). *J Food Comp Anal* 69: 45-52
14. 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: 1-10.
15. Rubio C, González-Iglesias T, Revert C, Reguera JI, Gutiérrez AJ, Hardisson A. Lead Dietary Intake in a Spanish Population (Canary Islands). *J. Agric. Food Chem.* 2005; 53: 6543-6549.
16. Sangiuliano D, Rubio C, Gutiérrez AJ, González-Weller D, Revert C, Hardisson A, Zanardi E, Paz S. Metal Concentrations in Samples of Frozen Cephalopods (Cuttlefish,

- Octopus, Squid, and Shortfin Squid): An Evaluation of Dietary Intake. *J. Food Protect.* 2017; 80(11): 1867-1871.
17. Luis G, Hernández C, Rubio C, González-Weller D, Gutiérrez AJ, Revert C, Hardisson A. Trace elements and toxic metals in intensively produced tomatoes (*Lycopersicon esculentum*). *Nutr. Hosp.* 2012; 27(5): 1605-1609.
 18. 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.
 19. Davis SM, Drake KD, Maier KJ. Toxicity of boron to the duckweed, *Spirodella polyrrhiza*. *Chemosphere* 2002; 48(6): 615-620.
 20. 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.
 21. Rashed MN, Soltan ME. (2004) Major and trace elements in different types of Egyptian mono-floral and non-floral bee honeys. *J. Food Comp. Anal.* 2004; 17:725–735.
 22. Yilmaz H, Yavuz O. Content of some trace metals in honey from south-eastern Anatolia. *Food Chem.* 1999; 65:475–476.
 23. WHO (World Health Organization). Guideline: Sugars intake for adults and children. World Health Organization, Geneva; 2015.
 24. 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.
 25. EFSA. Panel on Contaminants in the Food Chain (CONTAM). Statement on tolerable weekly intake for cadmium. *EFSA J.* 2011; 9(2): 1975.
 26. WHO. Strontium and strontium compound. Concise International Chemical Assessment Document. 2010; 77: 1-63.
 27. SCHER (Scientific Committee on Health and Environmental Risk). Assessment of the Tolerable Daily Intake of Barium. European Commission. 2012; DOI: 10.2772/49651
 28. 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.
 29. 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.
 30. 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.
31. 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.
 32. 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.