

Trabajo Fin de Máster:

**Contenido Metálico en Sopas Instantáneas.
Evaluación del Riesgo Tóxico y Estudio de su Aporte Nutricional.**

**Metallic Content in Instant Soups.
Toxic Risk Assessment and Study of its Nutritional Contribution.**

Daniel Niebla Canelo



Tutor: Dr. Ángel José Gutiérrez Fernández
Cotutora: Dra. Soraya Paz Montelongo
Área de conocimiento: Toxicología
Departamento: Obstetricia y Ginecología, Pediatría, Medicina Preventiva y Salud Pública, Toxicología, Medicina Legal y Forense y Parasitología

Curso 2019-2020 (Junio)

AUTORIZACIÓN

Dr. Ángel José Gutiérrez Fernández y Dra. Soraya Paz Montelongo, Profesores Titulares del Area de Toxicología del departamento de Obstetricia y Ginecología, Pediatría, Medicina Preventiva y Salud Pública, Toxicología, Medicina Legal y Forense y Parasitología de la Universidad de La Laguna,

INFORMAN:

Que **D. Daniel Niebla Canelo**, alumno del Máster Universitario en Seguridad y Calidad de los Alimentos de la Universidad de La Laguna, ha realizado bajo nuestra dirección el Trabajo Fin de Máster con el título **“Contenido Metálico en Sopas Instantáneas. Evaluación del Riesgo Tóxico y Estudio de su Aporte Nutricional”**

Revisado el presente trabajo, autorizamos su presentación para que proceda a su lectura y defensa publica para optar al título del Máster Universitario en Seguridad y Calidad de los Alimentos.

En San Cristóbal de La Laguna a 20 de mayo del 2020

Fdo: Ángel José Gutiérrez Fernández

Fdo: Soraya Paz Montelongo

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 2484004 Código de verificación: wr4u776m

Firmado por: Ángel José Gutiérrez Fernández
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 20/05/2020 13:20:48

Soraya Paz Montelongo
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

20/05/2020 14:01:48

AGRADECIMIENTOS

Agradecer en primer lugar como no podía ser de otra manera, a toda mi familia, los que están y a los que no están o no quieren estar, pero especialmente a mis padres, que sin ellos esto no hubiera sido posible, por aguantar mis malas formas, mientras uno estudiaba.

Como no agradecer también a mi tutor, ya que sin su ayuda y tutorización este trabajo no hubiera tomado forma ni contenido, gracias, Dr. Ángel J. Gutiérrez Fernández y como no, a mi co-tutora, Dra. Soraya Paz Montelongo por formar parte tanto de la elaboración de esta memoria, como en la parte experimental y más en las situaciones de pandemia mundial provocada por el Covid-19 que nos ha tocado vivir y que han marcado la realización y redacción de este trabajo.

Aprovechar este párrafo para dar las gracias al Dr. Arturo Hardisson de la Torre, Catedrático de Toxicología y la Dra. Carmen Rubio Armendáriz, por sus conocimientos y consejos durante este curso académico despertando el interés y complementando mi formación como graduado en Química en aspectos que no se estudian en la carrera. Así mismo, agradecer también al Dr. Dailos González-Weller la ayuda prestada.

Por ultimo y no por ello menos importante, agradecer a todos los amigos, tanto a los de toda la vida (María, Vane, Luis...), como a esos compañeros de la carrera (Carla, Iliana ...), que con el paso de los años y ahora haciendo el master (Jarixsa, María, Eric ...), o de un par meses y muchas horas de laboratorio (Nicoletta, Aitor, Maribel ...), y estudio se han convertido en amigos como los de toda la vida y finalmente a esos compañeros del grado, que ahora en el master se han sido un nuevo descubrimiento (Juanjo, Paula, Dani ...), ya que sin ellos llegar hasta este punto hubiera sido mucho más difícil de lo que de por sí ha sido.

En general agradecer a todo aquel que a lo largo de estos años ha sumado a esta aventura que es el estudiar y concretamente en esta ocasión un Máster.

GRACIAS.

RESUMEN

El ritmo de vida actual, hace que la población en su conjunto apueste por una alimentación que contenga alimentos listos para el consumo o de fácil preparación, como es el caso de las sopas instantáneas, que es uno de los platos preparados que presenta un mayor aumento en el último año, en la cesta de la compra de los españoles, por tanto es importante realizar una evaluación toxicológica, desde el punto de vista de los metales pesados tóxicos (Al, Cd, Pb y Hg), además de una evaluación nutricional en función de los macroelementos (Ca, K, Mg, Na) y microelementos (B, Ba, Co, Cr, Cu, Fe, Li, Mn, Mo, Ni, Sr, V, Zn) para estudiar el aporte nutricional de este tipo de productos y evaluar si existe riesgo toxicológico por su consumo, esta es la idea principal del presente Trabajo Fin de Máster.

Para realizar este estudio, se llevó a cabo una toma de muestra, por las grandes superficies de alimentación de la zona de Santa Cruz de Tenerife y San Cristóbal de la Laguna, de las marcas de sopas más consumidas y de menor precio, hasta tomar 40 muestras clasificadas en sopas de ave y pollo, sopas de carne y sopas vegetales, que se procedieron a analizar por Espectrometría de Emisión Óptica con Plasma Acoplado Inductivamente (ICP-OES), tras un pretratamiento siguiendo métodos de mineralización por incineración.

Debido a la situación de pandemia mundial declarada por el Covid-19 y la declaración del estado de alarma desde el 14 de marzo del 2020, no se pudieron terminar de realizar los análisis de las muestras, por lo que se procedió a realizar una revisión bibliográfica para muestras de naturaleza similar a las planteadas en el trabajo inicial con sopas de origen animal y origen vegetal.

Se pudo concluir que, tras la evaluación del riesgo, se observó que no existe riesgo por el consumo de ambos tipos de sopas, solo teniendo en cuenta este alimento y no la dieta completa, ya que las raciones necesarias para que exista riesgo son muy elevadas a las recomendadas. Finalmente, el aporte nutricional de este tipo de productos es muy bajo y para alcanzar los valores recomendados se debe apostar por una dieta equilibrada.

Palabras clave: Evaluación del riesgo y nutricional, Sopas instantaneas, Alimentos, ICP-OES, Metales

ABSTRACT

The current pace of life, makes the population as a whole bet on a diet that contains ready-to-eat or easy-to-prepare foods, such as instant soups, which is one of the prepared dishes with the highest increase in the last year, in the Spanish shopping basket, it is, therefore important to carry out a toxicological evaluation, in the point of view of toxic heavy metals (Al, Cd, Pb, and Hg), in addition to a nutritional evaluation on the function macroelements (Ca, K, Mg, Na) and microelements (B, Ba, Co, Cr, Cu, Fe, Li, Mn, Mo, Ni, Sr, V, Zn) to study the nutritional contribution of this type of products and evaluate if there is a toxicological risk due to their consumption, this is the main idea of this Master's Thesis.

To carry out this study, a sample was carried out, from the large food areas in the Santa Cruz de Tenerife and San Cristóbal de la Laguna areas, of the most widely consumed and lowest-priced soup brands, until taking 40 samples classified into poultry and chicken soups, meat soups, vegetable soups, which were analyzed by Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry (ICP-OES), after pretreatment following incineration mineralization methods.

Due to the worldwide pandemic situation declared by Covid-19 and the declaration of the state of alarm since March 14, 2020, the analysis of the samples could not be completed, so a bibliographic review was carried out for samples similar in nature to those proposed in the initial work with soups of meat and vegetable origin.

It was concluded that, after evaluating the risk, it was observed that there is no risk from the consumption of both types of soups, only taking into account this food and not the complete diet, since the rations necessary for there to be risk are very high than those recommended. Finally, the nutritional contribution of this type of product is very low and to achieve the recommended values, a balanced diet should be chosen.

Key words: Nutritional and risk assessment, Instant soups, Foods, ICP-OES, Metals

ÍNDICE

| | |
|--|----|
| RESUMEN..... | 0 |
| ABSTRACT | 0 |
| INTRODUCCIÓN | 1 |
| Contexto actual | 1 |
| Metales pesados tóxicos, macroelementos, microelementos y/o elementos trazas. | 1 |
| Valores de ingesta de metales recomendados | 2 |
| Legislación. | 3 |
| OBJETIVOS | 4 |
| MATERIAL Y METODOS | 5 |
| Toma de muestras | 5 |
| Material utilizado. | 5 |
| Preparación de las muestras. | 6 |
| Método de análisis. | 7 |
| RESULTADOS Y DISCUSIÓN..... | 8 |
| Revisión bibliográfica. | 8 |
| Concentración de metales..... | 8 |
| Evaluación de las Concentraciones Máximas Admisibles en la legislación. | 10 |
| Evaluación del riesgo y evaluación nutricional (IDEs y % de contribución)..... | 10 |
| Evaluación del riesgo por superar la ingesta de metales pesados tóxicos. | 12 |
| Evaluación nutricional por la ingesta de macroelementos y microelementos..... | 12 |
| CONCLUSIONES..... | 14 |
| GLOSARIO DE TERMINOS | 15 |
| Metales y elementos químicos..... | 15 |
| Términos toxicológicos..... | 15 |
| Organismos Nacionales e Internacionales | 15 |
| Otros | 15 |
| ANEXOS..... | 16 |
| Anexo 1. Descripción de las muestras..... | 16 |
| Anexo 2. Descripción de las muestras de la revisión bibliográfica | 17 |
| BIBLIOGRAFÍA | 18 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1. Efectos tóxicos producidos por metales pesados tóxicos ^(4 y 5) | 1 |
| Tabla 2. Valores de ingesta recomendados por distintos organismos. TWI=Ingesta semanal tolerable, BDML= Dosis de Benchmark (a efectos prácticos TDI), TDI=Ingesta diaria tolerable, PTWI=Ingesta semanal tolerable provisional, RDI= Ingesta diaria recomendadas, UL= Límite superior, p-RfD= Dosis oral provisional de referencia. | 2 |
| Tabla 3. Legislación actual sobre metales en los alimentos y sus Concentraciones Máximas Admisibles (CMAs)..... | 3 |
| Tabla 4. Toma de muestras realizada..... | 5 |
| Tabla 5. Material utilizado..... | 5 |
| Tabla 6.Revisión bibliográfica. N.E = No se especifica. | 8 |
| Tabla 7. Concentración metales pesados tóxicos (mg/kg) | 8 |
| Tabla 8. Concentración macroelementos (mg/kg)..... | 8 |
| Tabla 9. Concentración microelementos (mg/kg)..... | 8 |
| Tabla 10. Ingestas diarias recomendadas (IDEs) y porcentajes de contribución para los metales pesados tóxicos. | 10 |
| Tabla 11. Ingestas diarias recomendadas (IDEs) y porcentajes de contribución para los macroelementos. %H=Hombre, % M= Mujer. | 10 |
| Tabla 12. Ingestas diarias recomendadas (IDEs) y porcentajes de contribución para los microelementos. %H=Hombre, % M= Mujer. | 10 |
| Tabla 13. Evaluación del riesgo por superar la ingesta admisible para los metales pesados tóxicos..... | 12 |
| Tabla 14. Evaluación del riesgo por superar la ingesta recomendable para los macroelementos..... | 12 |
| Tabla 15. Evaluación del riesgo por superar la ingesta recomendable para los microelementos..... | 12 |
| Tabla 16. Descripción de las muestras | 16 |
| Tabla 17. Descripción de las muestras tras la revisión bibliográfica | 17 |

ÍNDICE DE GRÁFICOS

| | |
|---|----|
| Gráfico 1. Concentración de metales en sopas de origen vegetal y animal en los metales de estudio y sus CMAs (Cd, Hg). | 9 |
| Gráfico 2. Porcentajes de contribución sopas de origen vegetal..... | 11 |
| Gráfico 3. Porcentajes de contribución sopas de origen animal | 11 |
| Gráfico 4. Cantidad de raciones necesaria para superar las IDRs o IDAs para las sopas de origen vegetal | 13 |
| Gráfico 5.Cantidad de raciones necesaria para superar las IDRs o IDAs para las sopas de origen animal..... | 13 |

INTRODUCCIÓN

Contexto actual

En la actualidad debido al ritmo de vida de la sociedad, se tiende a consumir una mayor cantidad de alimentos preparados listos para el consumo, ya que supone destinar menos tiempo a la preparación de estos, además de garantizar su calidad y ser muy económicos, como es el caso de las sopas instantáneas. Este hecho se ve reflejado en el “Informe de Consumo de Alimentación” realizado por el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación en el 2018 ⁽¹⁾, último informe publicado hasta la fecha y donde se observa que el consumo de este tipo de alimentos ha aumentado en un 6,5 % respecto al año 2017. Si se hace referencia únicamente a los datos de sopas y cremas, estos son los platos preparados que tienen un consumo mayor en los hogares españoles, este consumo durante el año 2018 equivalió a un 36.1 % del total de alimentos preparados expresado en kilogramos. Se ha observado un aumento de este consumo en el año 2018, ya que durante este año el 5,29 % del 14,67 % del total de alimentos preparados equivale a sopas y cremas mientras que en el año 2017 el porcentaje total de alimentos preparados era de 13,82 % de los cuales un 5,13 % equivalía a sopas y cremas ⁽¹⁾.

Existen diversos estudios, que demuestran que el aumento del consumo de este tipo de alimentos puede producir enfermedades, para la población que los consume en exceso, como es el caso del síndrome metabólico, que se refleja en trastornos graves como son la obesidad, problemas de hipertensión arterial, azúcar en sangre, triglicéridos, etc. En estos estudios se demostró que la población que los consumía en exceso obtenía una mínima cantidad de nutrientes, pero a cambio se incrementaban los niveles de grasas, calorías y sodio. ^(2 y 3)

Por la importancia que tiene evaluar la exposición a los metales derivados de la ingesta por la población que consume este tipo de alimentos, en este estudio se analizaron los metales pesados tóxicos (Al, Cd, Pd y Hg), macroelementos (Ca, K, Mg y Na), microelementos y/o elementos traza (B, Ba, Co, Cr, Cu, Fe, Li, Mn, Mo, Ni, Sr, V, Zn) en diferentes muestras de sopas instantáneas consumidas en la isla de Tenerife.

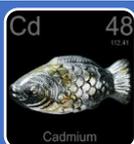
Metales pesados tóxicos, macroelementos, microelementos y/o elementos trazas.

Dentro de los metales pesados tóxicos que pueden presentar toxicidad se encuentran el aluminio, cadmio, plomo y mercurio, cuyos efectos tóxicos se detallan en la **Tabla 1**:



Aluminio, Al

- Potencial neurotóxico (trastornos neurológicos, deterioro cognitivo, demencia)
- Tiene toxicidad en los huesos impidiendo la formación de hidroxiapatita.



Cadmio, Cd

- Se asocia con nefrotoxicidad, osteoporosis, neurotoxicidad, carcinogenicidad, genotoxicidad, teratogenicidad, efectos endocrinos y reproductivos.



Plomo, Pb

- Afecta a todos los sistemas del cuerpo, sistema cardiovascular, endocrino, renal, gastrointestinal, inmunológico, reproductivo, sanguíneo y sobre todo al nervioso.



Mercurio, Hg

- El punto de ataque principal es el riñón, aunque también afecta al hígado, al sistema nervioso, al sistema inmune, al reproductivo y a las etapas de desarrollo.

Tabla 1. Efectos tóxicos producidos por metales pesados tóxicos ^(4 y 5)

INTRODUCCIÓN

De forma general, conocer la cantidad de macroelementos y microelementos que se consumen es muy importante, ya que de ellos dependen muchas reacciones y procesos en el organismo, como es el caso del equilibrio sodio-potasio en la regulación de la presión arterial ⁽⁶⁾, la cantidad de calcio para el fortalecimiento de dientes y huesos ⁽⁷⁾ y la cantidad de hierro disponible para el transporte de oxígeno en la sangre ⁽⁸⁾, entre otros muchos mecanismos y procesos fisiológicos del ser humano en los que intervienen estos metales.

Valores de ingesta de metales recomendados

A continuación, se recogen los valores de ingesta de referencia emitidos por diferentes autoridades para los elementos de estudio, con estos valores y conociendo la ingesta diaria estimada de cada elemento, se podrá realizar tanto una evaluación del riesgo tóxico como una evaluación nutricional derivada de la ingesta de los tipos sopas estudiadas:

| Valores de ingesta recomendados. | | | | | |
|------------------------------------|-------|-------------|--------------------|----------------------------|------------------------------|
| | Metal | Limite | Sexo o edad | Valor | Organismo |
| Metales pesados tóxicos | Al | TWI | Indiferente | 1 mg/Kg P.C/Semana | EFSA, 2011 ⁽⁹⁾ |
| | Cd | TWI | Indiferente | 2,5 µg/Kg P.C/Semana | EFSA, 2011 ⁽¹⁰⁾ |
| | Pb | BMDL | Indiferente | 0,5 µg/Kg P.C/Día | AESAN, 2012 ⁽¹¹⁾ |
| | Hg | PTWI | Indiferente | 4 µg/Kg P.C/Semana | JECFA, 2011 ⁽¹²⁾ |
| Macroelementos | Ca | RDI | Indiferente | 750 mg/día | EFSA, 2019 ⁽¹³⁾ |
| | K | RDI | Indiferente | 3500 mg/día | EFSA, 2019 ⁽¹³⁾ |
| | Mg | RDI | Hombres | 350 mg/día | EFSA, 2019 ⁽¹³⁾ |
| | | | Mujeres | 300 mg/día | |
| Na | RDI | Indiferente | 2000 mg/día | EFSA, 2019 ⁽¹³⁾ | |
| Microelementos y/o elementos traza | V | UL | Indiferente | 1,8 mg/día | IOM 2001 ⁽¹⁴⁾ |
| | B | RDI | Indiferente | 17-20 mg/día | IOM 2001 ⁽¹⁴⁾ |
| | Ba | TDI | Indiferente | 0,2 mg/kg P.C/día | SCHER, 2012 ⁽¹⁵⁾ |
| | Fe | RDI | Hombres | 6 mg/día | EFSA, 2019 ⁽¹³⁾ |
| | | | Mujeres | 7 mg/día | |
| | Co | TDI | Indiferente | 1,4 µg/kg P.C/día | AESAN, 2012 ⁽¹⁶⁾ |
| | Ni | TDI | Indiferente | 2,8 µg/Kg P.C/Día | EFSA, 2015 ⁽¹⁷⁾ |
| | Cr | RDI | Niños 0-9 años | 0,2-15 µg/día | FESNAD, 2010 ⁽¹⁸⁾ |
| | | | Hombres > 10 años | 25-35 µg/día | |
| | | | Mujeres > 10 años | 20-25 µg/día | |
| | Zn | RDI | Hombres | 7,5 mg/día | EFSA, 2019 ⁽¹³⁾ |
| | | | Mujeres | 6,2 mg/día | |
| | Cu | RDI | Hombres | 1,6 mg/día | EFSA, 2019 ⁽¹³⁾ |
| | | | Mujeres | 1,3mg/día | |
| | Mo | RDI | Indiferente | 65 µg/Día | EFSA, 2019 ⁽¹³⁾ |
| Mn | RDI | Indiferente | 3 mg/día | EFSA, 2019 ⁽¹³⁾ | |
| Sr | UL | Indiferente | 0,13 µg/Kg P.C/Día | WHO,2010 ⁽¹⁹⁾ | |
| Li | p-RfD | Indiferente | 2 µg/Kg P.C/Día | EPA, 2008 ⁽²⁰⁾ | |

Tabla 2. Valores de ingesta recomendados por distintos organismos. TWI=Ingesta semanal tolerable, BMDL= Dosis de Benchmark (a efectos prácticos TDI), TDI=Ingesta diaria tolerable, PTWI=Ingesta semanal tolerable provisional, RDI= Ingesta diaria recomendadas, UL= Límite superior, p-RfD= Dosis oral provisional de referencia.

INTRODUCCIÓN

Legislación.

Se recogen a continuación (**Tabla 3**) las Concentraciones Máximas Admisibles (CMAs) según la legislación vigente, para los metales de estudio, para que los alimentos objeto de nuestra investigación puedan ser consumidos por la población (Cd, Pb, Hg, Sn):

| Legislación actual y límites legales de Concentración Máxima Admisible en los alimentos. | | | |
|--|--------------------------------------|--|-------------|
| Metal | Reglamento | Tipo de alimento | CMA (mg/kg) |
| Pb ⁽²¹⁾ | R. (CE) Nº 1005/2015 | Carne (excluido los despojos) de bovinos, ovinos, cerdos y aves de corral | 0,10 |
| | | Hortalizas de hoja del género Brassica, hortalizas de hoja excluidas las hierbas frescas y las setas siguientes: Agaricus bisporus (champiñón), Pleurotus ostreatus (seta de ostra) y Lentinula edodes (seta shiitake) | 0,30 |
| Cd ⁽²²⁾ | R. (CE) Nº 488/2014 | Carne (excluido los despojos) de bovinos, ovinos, cerdos y aves de corral | 0,05 |
| | | Hortalizas de hoja del género Brassica, hortalizas de hoja excluidas las hierbas frescas y las setas siguientes: Agaricus bisporus (champiñón), Pleurotus ostreatus (seta de ostra) y Lentinula edodes (seta shiitake) | 0,20 |
| Hg ⁽²³⁾ | R. (CE) Nº 1881/2006 | No existe para este tipo de alimentos | |
| Sn ⁽²³⁾ | R. (CE) Nº 1881/2006 | No existe para este tipo de alimentos | |

Tabla 3. Legislación actual sobre metales en los alimentos y sus Concentraciones Máximas Admisibles (CMAs)

OBJETIVOS

OBJETIVOS

El objetivo principal de la realización de este Trabajo Fin de Máster es evaluar el riesgo tóxico por la ingesta de metales debido al consumo de sopas instantáneas por la población.

Para alcanzar este objetivo el trabajo se fundamenta en unos objetivos secundarios como es la determinación del contenido en metales pesados tóxicos, macroelementos, microelementos y/o elementos trazas en las sopas instantáneas, a partir de estos resultados, comprobar la existencia de diferencias estadísticas significativas entre el contenido metálico en las distintas muestras y variedades de sopa.

Finalmente realizar la evaluación del riesgo por el contenido de metales pesados tóxicos para la población y una evaluación nutricional para los microelementos y macroelementos teniendo para ello que evaluar el porcentaje de aporte a las Ingestas admisibles o tolerables en el caso de los metales pesados tóxicos (IDAs) y en el caso de macroelementos y microelementos esenciales el aporte a las ingestas recomendadas (IDRs) debido al consumo de sopas instantáneas.

MATERIAL Y METODOS

MATERIAL Y METODOS

En este apartado se expondrá como se realizó la toma de muestras y todos los aspectos relacionados con ella, el material utilizado tanto para la preparación como el análisis de estas y finalmente la metodología utilizada para llevar a cabo la preparación de las muestras y su posterior análisis.

Toma de muestras

Para llevar a cabo la toma de muestras se realizó un estudio previo teniendo en cuenta los diferentes tipos de sopas y marcas (pollo y ave, verdura y carne), y se eligieron aquellas más consumidas por la población (Maggie, Gallina Blanca y Knorr), además de las de precio más barato que coinciden con las marcas blancas de las grandes cadenas de distribución de alimentos de la población de Tenerife (Mercadona, Alcampo, Corte Ingles, Carrefour e Hiperdino). Se tomaron 40 muestras que se recogen en la Tabla 4 y se detallan en el **Anexo 1. Descripción de las muestras** del presente documento, tomadas en distintos supermercados de la zona metropolitana de Santa Cruz de Tenerife y San Cristóbal de la Laguna.

| Clasificación | Tipo de sopa | Marcas | Supermercado |
|---------------------|------------------------|---|---|
| Ave y pollo (16) | Pollo con fideos | Hiperdino food, Auchan, Hacendado, Kania, Maggie, Gallina Blanca, Knorr | Hiperdino, Alcampo, Mercadona, Lidl, Corte Ingles |
| | Pollo con arroz | | |
| | Pollo con fideos finos | | |
| | Pollo Gourmet | | |
| Verdura (14) | Jardinera | Hiperdino food, Auchan, Hacendado, Kania, Maggie, Gallina Blanca, Knorr | Hiperdino, Alcampo, Mercadona, Lidl |
| | 11 y 12 verduras | | |
| | Verdura | | |
| Carne (10) | Carne con estrellitas | Auchan, Hacendado, Gallina Blanca, Knorr | Alcampo, Mercadona |
| | Tenera | | |
| | Rabo de buey | | |

Tabla 4. Toma de muestras realizada

Material utilizado.

El material utilizado tanto para la preparación de las muestras, como en su posterior análisis se recoge en la **Tabla 5**, clasificados en material, aparatos, instrumentos, reactivos y disoluciones y finalmente programas informáticos.

| Material | | |
|--|--|-----------------------------|
| Capsulas de porcelana | Pipeta Pasteur | Vasos de precipitados |
| Espátulas de plástico | Embudos y varilla de vidrio | Botes de muestras estériles |
| Probeta 50 mL | Pinzas y aros | Matraz aforado 25 mL y 1 L |
| Material de protección individual: Bata, guantes y gafas de protección | | |
| Aparatos | | |
| Estufa de secado | Placa calefactora | Horno Mufla |
| Homogeneizadora | | |
| Instrumentos | | |
| Balanza analítica | Espectrómetro de Emisión Atómica (ICP-OES) | |
| Reactivos y disoluciones | | |
| Ácido nítrico 65 % (HNO ₃) | Ácido nítrico 1,5 % (HNO ₃) | Agua destilada |
| Programas informáticos | | |
| Microsoft Excel | IBM Statistic SPSS 23.0 | |

Tabla 5. Material utilizado

MATERIAL Y METODOS

Preparación de las muestras.

El proceso de preparación de las muestras se detalla en la **Figura 1**, que se trata de una mineralización por incineración. En primer lugar, se comienza homogenizando la muestra y se continúa pesando la cápsula de porcelana (peso cápsula), que previamente ha sido esterilizada a 800 °C en el horno Mufla, y se pesan en torno a 5-10 gramos de muestra (peso muestra). Esta se lleva a la estufa a una temperatura entre 70 y 80 °C para desecar la muestra durante 24 horas. Pasado este tiempo se procede a pesar la muestra seca (peso seco) y se introduce en el horno Mufla durante 48 horas siguiendo una rampa de temperatura, hasta alcanzar los 450 °C ± 25 °C en 24 horas y se mantiene en esta temperatura otras 24 horas. Tras las 48 horas de incineración se comprueba el color de las cenizas, donde en la mayor parte de los casos se obtienen cenizas negras, indicativo de la no total mineralización de la muestra, por lo que se procede a disolver estas utilizando HNO₃ (65 %) en caliente, utilizando la placa calefactora y se procede a reincinerar las muestras durante 24 horas una vez secas, siguiendo una rampa donde se alcanza los 450 °C ± 25 °C en 12 horas y se mantiene durante otras 12 horas. Finalizada la reincineración, se obtienen cenizas blancas-grisáceas. La preparación de las muestras finaliza pesando las cenizas (peso cenizas) y disolviendo estas en HNO₃ al 1,5 % hasta alcanzar un volumen de 25 mL utilizando un matraz aforado y se trasvasa a un bote de muestras estéril.

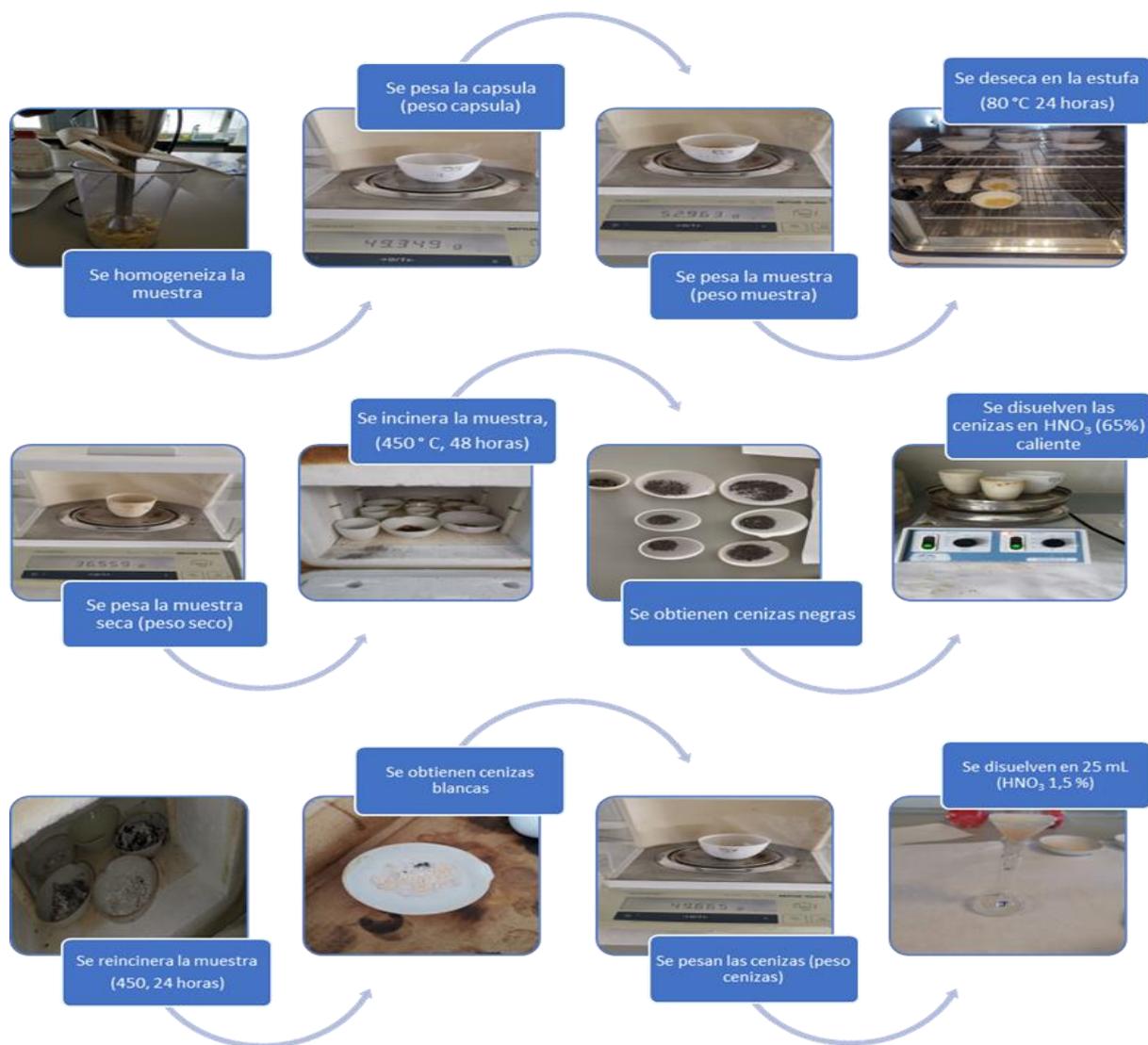


Figura 1. Tratamiento de las muestras.

MATERIAL Y METODOS

Método de análisis.

Las muestras se analizaron utilizando un Espectrómetro de Emisión Óptica con Plasma Acoplado Inductivamente (ICP-OES) modelo ICAP 6300 Duo Thermo Scientific con un muestreador automático Auto Sampler, en el laboratorio de Salud Pública de la Dirección General de Salud Pública del Gobierno de Canarias.



Imagen 1. Muestras tras el tratamiento previo.



Imagen 2. Muestras listas para el análisis.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Debido a la situación actual de pandemia mundial causada por el Covid-19 y la declaración del estado de alarma desde el 14 de marzo del 2020, no se pudo continuar con el análisis de las muestras previsto y descrito con anterioridad, por lo que se optó por realizar una revisión bibliográfica, seleccionando datos de contenido metálico en distintas muestras de naturaleza similar a la idea inicial del presente Trabajo Fin de Máster, por tanto, no se modificaron los objetivos del trabajo.

Revisión bibliográfica.

La revisión bibliográfica se recoge en la **Tabla 6** y se detalla en el **Anexo 2. Descripción de las muestras de la revisión bibliográfica**, donde se especifica el artículo, el tipo de muestras, el origen de estas, el número de muestras analizadas (N) y los metales que se determinan:

| Revisión bibliográfica | | | | |
|--|--------------------|-----------------|-----|----------------------------------|
| Artículo | Tipo de muestras | Origen | N | Metales analizados |
| Soylak and cols (2006) ⁽²⁴⁾ | Animal y vegetales | Turquía | 16 | Cu, Zn, Mn, Fe, Al |
| Krejcová and cols (2006) ⁽²⁵⁾ | Animal y vegetales | Republica Checa | 7 | Na, K, Mg, Ca, P, Fe, Mn, Zn, Ni |
| Krejcová and cols (2006) ⁽²⁶⁾ | Animal | Republica Checa | 4 | Na, K, Mg, Ca, P, Fe, Mn, Zn |
| Urszula Pankiewicz ⁽²⁷⁾ | Vegetales | Polonia | N.E | Hg |
| Bertold Boppel (1976) ⁽²⁸⁾ | Animal y vegetales | Alemania | 31 | Pb, Cd |
| Lopez and cols (2002) ⁽²⁹⁾ | Animal | España | 10 | Al |
| Hussein and cols (1997) ⁽³⁰⁾ | Vegetales | Egipto | 2 | Zn |

Tabla 6. Revisión bibliográfica. N.E = No se especifica.

Concentración de metales.

Tras la revisión bibliográfica y clasificación de los datos, agrupando las muestras como sopas de composición animal o vegetal, se obtuvieron los resultados, para los metales de los que se disponía información y que se encuentran reflejados en la **Tabla 7**, **Tabla 8** y **Tabla 9**:

| Tipo de sopa | Concentración metales pesados tóxicos (mg/kg) | | | |
|--------------|---|-------------|-------------|-------------|
| | [Al] | [Cd] | [Pb] | [Hg] |
| Vegetal | 22,1 ± 9,70 | 0,25 ± 0,09 | 0,02 ± 0,01 | 0,01 ± 0,00 |
| Animal | 17,3 ± 6,47 | 0,31 ± 0,28 | 0,03 ± 0,01 | |

Tabla 7. Concentración metales pesados tóxicos (mg/kg)

| Tipo de sopa | Concentración macroelementos (mg/kg) | | | |
|--------------|--------------------------------------|-------------|------------|-------------|
| | [Ca] | [K] | [Mg] | [Na] |
| Vegetal | 656 ± 76,5 | 3530 ± 353 | 183 ± 12,3 | 171 ± 6,81 |
| Animal | 578 ± 256 | 3580 ± 1456 | 433 ± 206 | 70,6 ± 8,30 |

Tabla 8. Concentración macroelementos (mg/kg)

| Tipo de sopa | Concentración microelementos (mg/kg) | | | |
|--------------|--------------------------------------|-------------|-------------|-------------|
| | [Fe] | [Zn] | [Cu] | [Mn] |
| Vegetal | 22,1 ± 15,5 | 12,5 ± 7,25 | 2,67 ± 1,42 | 6,53 ± 4,28 |
| Animal | 22,7 ± 13,5 | 10,8 ± 7,62 | 0,75 ± 0,38 | 5,75 ± 3,65 |

Tabla 9. Concentración microelementos (mg/kg)

A partir de los valores anteriores se desarrollaron los siguientes gráficos de barras, donde se añade la Concentración Máxima Admisible (CMAs) para los metales que los tienen fijados en la legislación actual (Cd, Pb), recogidos en la **Tabla 3** y que se muestran en la **Gráfico 1**:

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

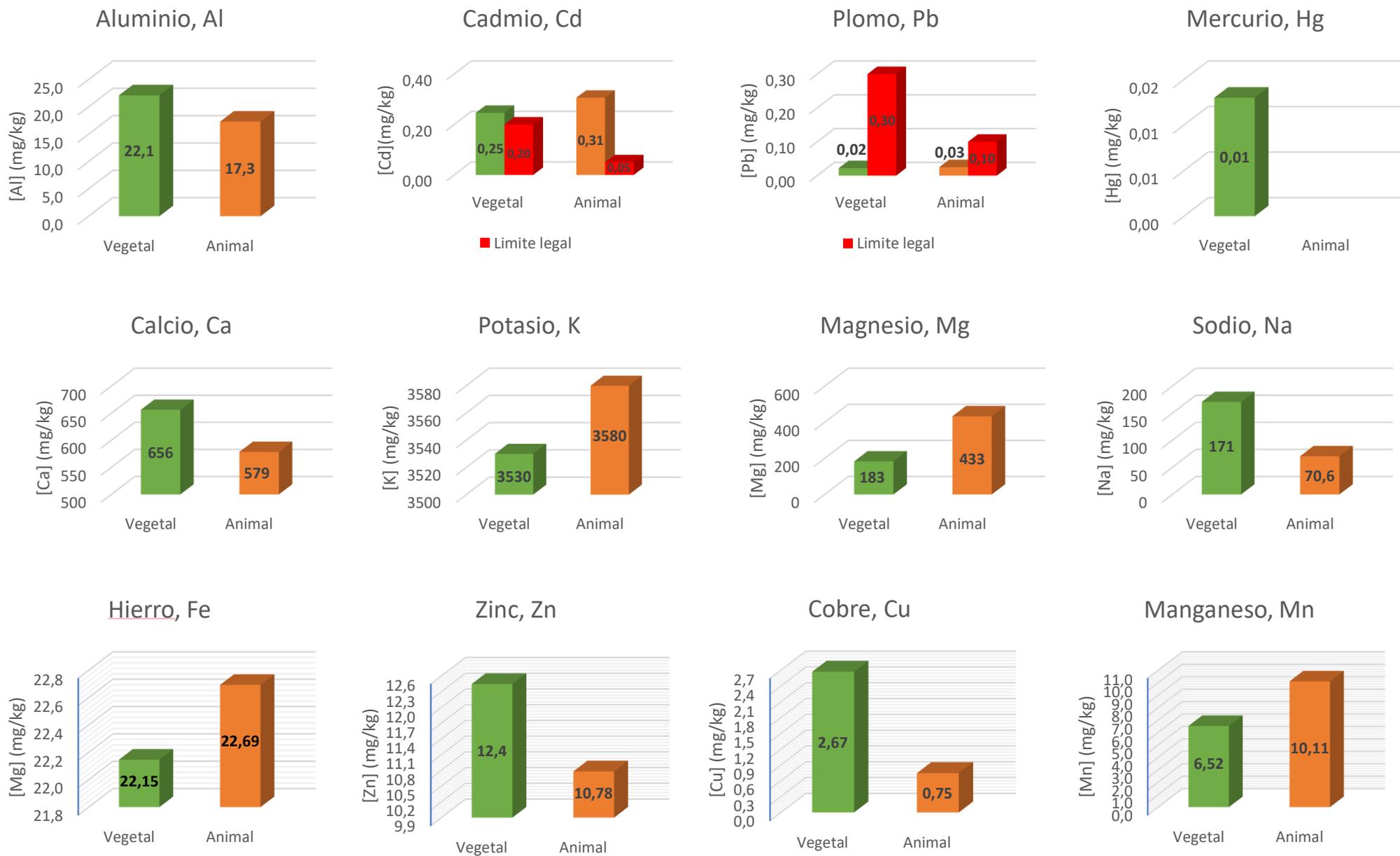


Gráfico 1. Concentración de metales en sopas de origen vegetal y animal en los metales de estudio y sus CMA's (Cd, Hg).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Evaluación de las Concentraciones Máximas Admisibles en la legislación.

A la vista de los resultados, para aquellos metales donde existen límites legislados (Cd, Pb), se supera la CMA, en el caso del cadmio. Esto se debe a que se trata de una aproximación, ya que no existe legislación concreta para las sopas de origen animal o vegetal, sino que se tomó el valor de referencia para productos cárnicos y vegetales (**Tabla 3**), además que se tratan de valores medios calculados a partir de muestras de diferentes orígenes de fuera de la Unión Europea alguna de ellas. En el caso del plomo, el valor límite no se supera en ninguno de los dos tipos de sopas.

En función de la concentración, en lo que se refiere a los metales pesados tóxicos, en el caso del aluminio existe una mayor concentración en las sopas vegetales, debido a que es un metal que se encuentra principalmente en el suelo y pasa directamente a las plantas. En el resto de los metales pesados estudiados, parecen no existir diferencias. En lo que se refiere a los macroelementos presentan valores más altos de Ca y Na las sopas vegetales y de K y Mg las sopas animales, en ambos casos se duplica la cantidad, debido a que el calcio y sodio, son minerales que tienen más presencia en el reino vegetal y lo mismo ocurre con el potasio y magnesio que tiene mayor presencia en el reino animal. Finalmente, en el caso de microelementos, existe una mayor concentración en hierro y manganeso en las sopas de origen animal y de Zn y Cu en las de origen vegetal.

Evaluación del riesgo y evaluación nutricional (IDEs y % de contribución).

Para llevar a cabo la evaluación del riesgo en caso de los metales pesados y la evaluación nutricional para los macroelementos y microelementos, se procedió a calcular las ingestas diarias estimadas, siguiendo las instrucciones que se recogían en los envases de las sopas (80 gramos para 4 personas, lo que equivale a 20 gramos por persona de producto deshidratado, una vez cocinado equivaldría a 200-250 gramos, ya que de forma habitual se debe añadir un litro de agua para los 80 gramos de sopa) y considerando un peso medio para adultos de 75 kilos, además se calcularon los porcentajes de contribución utilizando los valores de ingestas recomendados o admisibles recogidos en la **Tabla 2**. Los resultados obtenidos se recogen en las siguientes tablas:

| Ingestas diarias estimadas (IDEs) y % de contribución al valor de ingesta diaria admisible. | | | | | | | | | |
|---|--------------|------|--------------|------|--------------|------|--------------|------|--|
| | | Al | | Cd | | Pb | | Hg | |
| Tipo de sopa | IDE (mg/día) | % | |
| Vegetal | 0,442 | 4,12 | 0,005 | 18,4 | 0,0004 | 1,17 | 0,0003 | 0,61 | |
| Animal | 0,346 | 3,23 | 0,006 | 22,8 | 0,0005 | 1,33 | | | |

Tabla 10. Ingestas diarias recomendadas (IDEs) y porcentajes de contribución para los metales pesados tóxicos.

| Ingestas diarias estimadas (IDEs) y % de contribución al valor de ingesta diaria recomendada | | | | | | | | | |
|--|--------------|------|--------------|------|--------------|-----------|--------------|------|--|
| | | Ca | | K | | Mg | | Na | |
| Tipo de sopa | IDE (mg/día) | % | IDE (mg/día) | % | IDE (mg/día) | % H-M | IDE (mg/día) | % | |
| Vegetal | 13,1 | 1,75 | 70,6 | 2,02 | 3,66 | 1,05-1,22 | 3,42 | 0,17 | |
| Animal | 11,6 | 1,54 | 71,6 | 2,05 | 8,7 | 2,48-2,89 | 1,41 | 0,07 | |

Tabla 11. Ingestas diarias recomendadas (IDEs) y porcentajes de contribución para los macroelementos. %H=Hombre, %M= Mujer.

| Ingestas diarias estimadas (IDEs) y % de contribución al valor de ingesta diaria recomendada | | | | | | | | | |
|--|--------------|-----------|--------------|-----------|--------------|-----------|--------------|------|--|
| | | Fe | | Zn | | Cu | | Mn | |
| Tipo de sopa | IDE (mg/día) | % H-M | IDE (mg/día) | % H-M | IDE (mg/día) | % H-M | IDE (mg/día) | % | |
| Vegetal | 0,4 | 7,38-6,33 | 0,3 | 3,32-4,02 | 0,05 | 3,34-4,11 | 0,13 | 4,35 | |
| Animal | 0,5 | 7,56-6,48 | 0,2 | 2,88-3,48 | 0,01 | 0,93-1,15 | 0,12 | 3,83 | |

Tabla 12. Ingestas diarias recomendadas (IDEs) y porcentajes de contribución para los microelementos. %H=Hombre, %M= Mujer.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A partir de los porcentajes de contribución recogidos en las tablas anteriores, se realizaron los siguientes gráficos (**Gráfico 2** y **Gráfico 3**):

Porcentajes de contribución sopas de origen vegetal vegetales

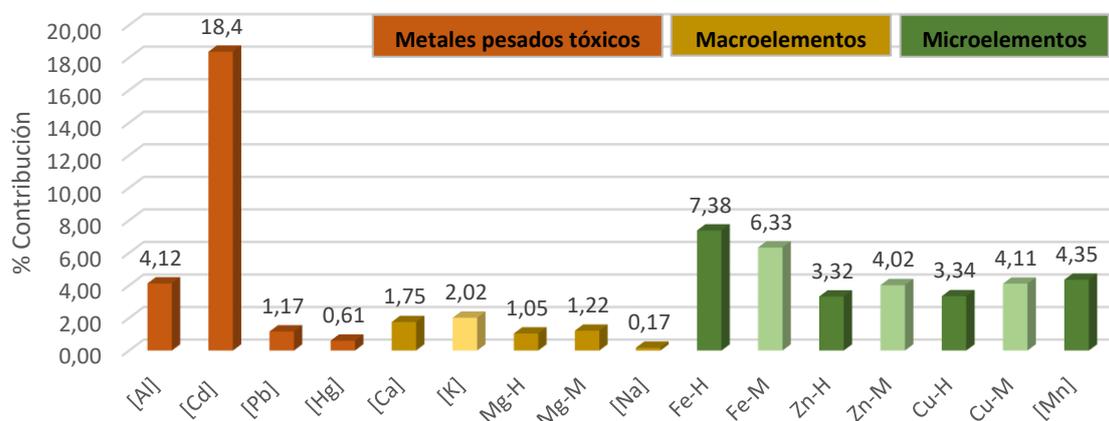


Gráfico 2. Porcentajes de contribución sopas de origen vegetal

Porcentajes de contribución sopas de origen animal

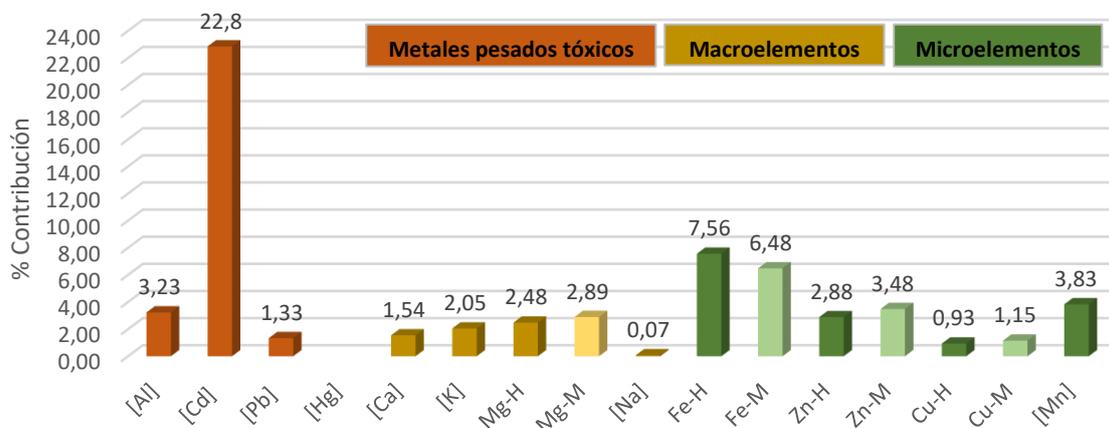


Gráfico 3. Porcentajes de contribución sopas de origen animal

De forma general, para los 12 metales de los cuales se pudo obtener información, en función de los porcentajes de contribución, el aporte a las IDRs/IDAs de cada uno de ellos se encuentra situadas entre el 0,07 % y el 22,8 % para las sopas de origen animal, siendo estos los valores más bajos y altos respectivamente. En cuanto a los macroelementos, ninguno de los 4 metales supera el 5 % y se sitúan entre el 0,07 % en el caso del sodio en las sopas de origen animal y el 2,89 % para el magnesio consumido por mujeres en el mismo tipo de sopa. Finalmente, para los microelementos, en ambos tipos de sopas el valor más alto se corresponde al hierro, cuando es consumido por hombres (7,56 % en sopas de origen animal y 7,38 % en sopas de origen vegetal) y el valor más bajo para el cobre (0,93 %), también cuando es consumido por hombres en las sopas de origen animal.

En lo que se refiere a los metales pesados tóxicos (Al, Cd, Pb y Hg), los valores más altos se obtienen para el cadmio en ambos tipos de sopa (18,4 % origen vegetal y 22,8 % origen animal), siendo además los valores más altos para todos los metales.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Evaluación del riesgo por superar la ingesta de metales pesados tóxicos.

Teniendo en cuenta lo estudiado anteriormente, para evaluar el momento en que empezaría a existir riesgo por el consumo de estos alimentos, se estudia la cantidad necesaria para cada tipo de sopa, en el que se alcanzan los valores admisibles (IDAs), para ello se calcula el consumo de alimento, para estos valores admisibles (**Tabla 2**), y a partir de ellos se obtienen las raciones necesarias para alcanzarlos, el resultado de estos cálculos se recogen en la siguiente tabla (**Tabla 13**):

| Metal | Sopas origen vegetal | | | Sopas origen animal | | |
|-------|----------------------|--------|----------|----------------------|--------|----------|
| | IDE > 100 % (mg/día) | Gramos | Raciones | IDE > 100 % (mg/día) | Gramos | Raciones |
| Al | 10,7 | 485 | 24,2 | 10,7 | 619 | 31,0 |
| Cd | 0,03 | 109 | 5,44 | 0,03 | 87,5 | 4,38 |
| Pb | 0,04 | 1705 | 85,2 | 0,04 | 1500 | 75,0 |
| Hg | 0,04 | 3297 | 165 | | | |

Tabla 13. Evaluación del riesgo por superar la ingesta admisible para los metales pesados tóxicos.

A la vista de los resultados mostrados en el apartado anterior y los recogidos en la **Tabla 13**, no existe riesgo si solo se tiene en cuenta el consumo de este alimento y no se estudia la ingesta en la dieta completa para estos cuatro metales tóxicos, para finalizar la evaluación del riesgo, observando el número de raciones necesarias (20 gramos de sopas deshidratada) para superar las ingestas tolerables (**Tabla 13**), para los metales pesados tóxicos (Al, Cd, Pb y Hg), habría que consumir un número de raciones muy alto, fuera del consumo habitual y recomendado de este tipo de alimentos para que existiera riesgo toxicológico, destaca el caso del cadmio el cual presenta el valor más bajo, de 4-5 raciones dependiendo del tipo de sopa, para el resto de los metales varía desde las 24 raciones para el aluminio en las sopas vegetales, hasta las 165 para el mercurio en sopas vegetales.

Evaluación nutricional por la ingesta de macroelementos y microelementos.

De forma análoga a la evaluación del riesgo, tomando los datos recogidos en la **Tabla 11** y **Tabla 12** y en el **Gráfico 2** y **Gráfico 3** y realizando el mismo análisis, calculando las raciones por las que se alcanzan las ingestas diarias recomendadas (IDRs) recogidas a continuación (**Tabla 14** y **Tabla 15**):

| Metal | Sopas origen vegetal | | | Sopas origen animal | | |
|------------|----------------------|--------|----------|----------------------|--------|----------|
| | IDE > 100 % (mg/día) | Gramos | Raciones | IDE > 100 % (mg/día) | Gramos | Raciones |
| Ca | 750 | 1143 | 57,1 | 750 | 1296 | 64,8 |
| K | 3500 | 992 | 49,6 | 3500 | 978 | 48,9 |
| Mg Hombres | 350 | 1913 | 95,6 | 350 | 808 | 40,4 |
| Mg Mujeres | 300 | 1639 | 82,0 | 300 | 692 | 34,6 |
| Na | 2000 | 11696 | 585 | 2000 | 28338 | 1417 |

Tabla 14. Evaluación del riesgo por superar la ingesta recomendable para los macroelementos

| Metal | Sopas origen vegetal | | | Sopas origen animal | | |
|------------|----------------------|--------|----------|----------------------|--------|----------|
| | IDE > 100 % (mg/día) | Gramos | Raciones | IDE > 100 % (mg/día) | Gramos | Raciones |
| Fe Hombres | 6,00 | 271 | 13,5 | 6,00 | 264 | 13,2 |
| Fe Mujeres | 7,00 | 316 | 15,8 | 7,00 | 308 | 15,4 |
| Zn Hombres | 7,50 | 602 | 30,1 | 7,50 | 696 | 34,8 |
| Zn Mujeres | 6,20 | 498 | 24,9 | 6,20 | 575 | 28,7 |
| Cu Hombres | 1,60 | 599 | 29,9 | 1,60 | 2142 | 107,1 |
| Cu Mujeres | 1,30 | 486 | 24,3 | 1,30 | 1740 | 87,0 |
| Mn | 3,00 | 460 | 23,0 | 3,00 | 522 | 26,1 |

Tabla 15. Evaluación del riesgo por superar la ingesta recomendable para los microelementos

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se confirma que, para la evaluación nutricional, en el caso de los macroelementos, el número de raciones para superar la ingesta se encuentran entre las 50 raciones para el potasio en las sopas vegetales y las 1417 para el sodio en las de origen animal, aspecto relevante ya que de primeras se sospechaba que sería uno de los elementos con mayor presencia en este tipo de alimento, pero esto puede deberse a que el valor de ingesta recomendado (**Tabla 2**) para él sodio es bastante elevado (2000 mg/día), lo que daría un numero de raciones en consecuencia también elevado. Finalmente, para los microelementos se repite la misma tendencia que anteriormente, donde el valor más bajo lo encontramos para el hierro, cuando se hace el estudio para mujeres de 13 raciones de sopa de origen animal, mientras que el valor más alto se corresponde para el cobre, evaluado para hombres en sopas de origen animal con un valor de 107 raciones (**Gráfico 4** y **Gráfico 5**).

Por tanto, teniendo en cuenta el consumo únicamente del alimento de estudio, sin tener en cuenta la dieta la completa, podemos decir que no se alcanzan los valores recomendados de ingesta, todo lo contrario el aporte de nutrientes es muy bajo, como se observa en el **Gráfico 2** y **Gráfico 3**, por tanto se debe complementar con el consumo de una dieta equilibrada que aporte las cantidades de nutrientes necesario para alcanzar los valores recomendados (**Tabla 2**).

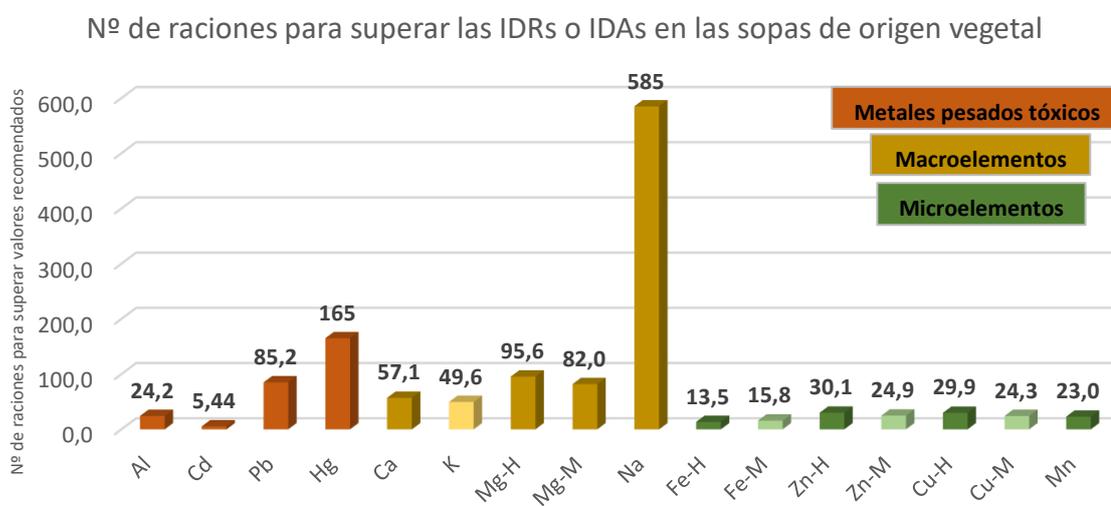


Gráfico 4. Cantidad de raciones necesaria para superar las IDRs o IDAs para las sopas de origen vegetal

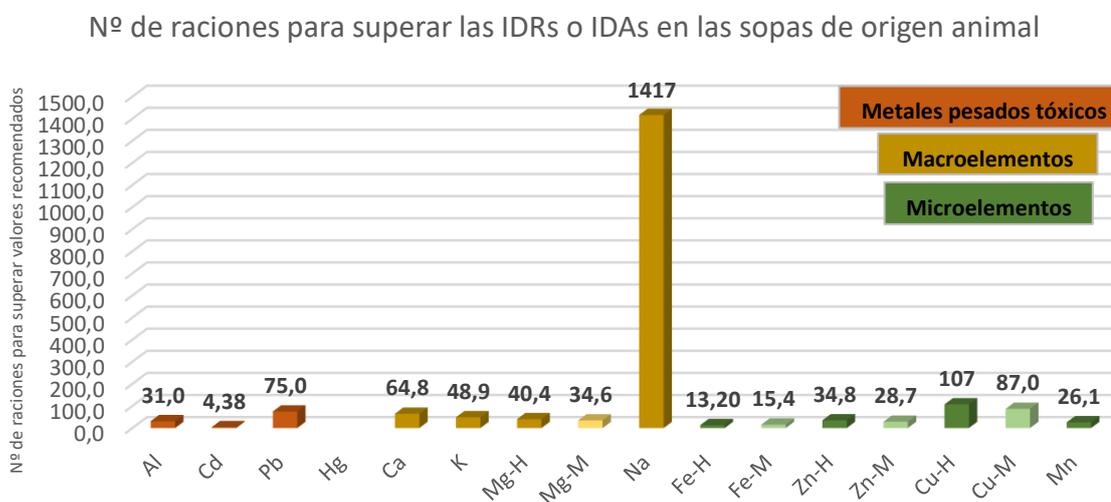


Gráfico 5. Cantidad de raciones necesaria para superar las IDRs o IDAs para las sopas de origen animal

CONCLUSIONES

Tras el estudio de la concentración de metales en muestras de sopas y la posterior evaluación del riesgo toxicológico por la ingesta de estos, en la revisión bibliográfica realizada, se puede concluir que, en primer lugar, en función de la concentración y con legislación existente para dos de los metales pesados tóxicos con CMA's (Cd y Pb), en el caso del cadmio las muestras superan las Concentraciones Máximas Admisibles, por lo que no podrían estar a la venta siguiendo la legislación Europea actual, si no fuera una aproximación realizada por nosotros, ya que no existen CMA's para este tipo de alimentos en concreto y que se trata de valores medios calculados con muestras de distintos orígenes fuera de la Unión Europea, pero esto no ocurre en el caso del plomo, aunque hay que tener en cuenta que este hecho tiene lugar ya que no hay legislación específica de CMA's para sopas, por lo que proponemos que se debería fijar dichos límites en la mayor brevedad posible para contribuir en una mayor medida a la seguridad de los consumidores de este tipo de alimentos.

En cuanto a las concentraciones de los metales estudiados, se concluye que para los metales pesados tóxicos las sopas de origen vegetal presentan mayores valores de aluminio, mientras que para los otros tres metales estudiados (Cd, Hg y Pb) no existen grandes diferencias entre los dos tipos de sopa. En el caso de los macroelementos la concentración es muy variada dependiendo el metal de estudio (Ca, K, Mg y Na) siendo muy similares las de sodio y potasio para ambos tipos de sopas, pero superior la concentración de magnesio en las sopas de origen animal y por lo contrario para el sodio se encuentran concentraciones más altas en las de origen vegetal. Finalmente, a partir de las concentraciones halladas para los microelementos no existen grandes diferencias para el hierro, zinc y manganeso, donde si se encuentran diferencias entre ambos tipos de sopas es en el caso del cobre donde el valor más alto corresponde a las sopas de origen vegetal

En lo que se refiere a la evaluación del riesgo para los metales pesados tóxicos, teniendo únicamente en cuenta este alimento, sin estudiar la dieta completa, se ha comprobado que no existe riesgo por la ingesta de los metales estudiados en este tipo de sopas, ya que los porcentajes de contribución son siempre inferiores al 30 %, además se comprobó que las raciones necesarias para que comenzara a existir riesgo toxicológico, son muy superiores a las habituales o recomendadas de este tipo de alimento preparado y listo para el consumo, siendo los valores más altos los referentes al cadmio.

Finalmente, en la evaluación nutricional, estudiando solo este alimento, sin tener en cuenta la dieta completa, aporta un consumo de nutrientes muy inferior a lo recomendado, según los diferentes organismos, por tanto, para alcanzar los nutrientes necesarios se apuesta por una dieta equilibrada que contenga los suficientes nutrientes para alcanzar los valores recomendados.

GLOSARIO DE TERMINOS

GLOSARIO DE TERMINOS

Metales y elementos químicos

Al: Aluminio

Cd: Cadmio

Pb: Plomo

Hg: Mercurio

Ca: Calcio

K: Potasio

Mg: Magnesio

Na: Sodio

V: Vanadio

B: Boro

Ba: Bario

Fe: Hierro

Co: Cobalto

Ni: Níquel

Cr: Cromo

Zn: Zinc

Cu: Cobre

Mo: Molibdeno

Mn: Manganeseo

Sr: Estroncio

Li: Litio

Sn: Estaño

Términos toxicológicos.

CMAs: Concentración Máxima Admisible

IDE: Ingesta Diaria Estimada

IDR: Ingesta Diaria Recomendada

IDA: Ingesta Diaria Admisible

TWI: Ingesta Semanal Tolerable

PTWI: Ingesta Semanal Tolerable Provisional

BMDL: Dosis de Benchmark

RDI: Ingesta Diaria Recomendada

UL: Límite superior

TDI: Ingesta Diaria Tolerable

p-RfD: Dosis Oral Provisional de Referencia

Organismos Nacionales e Internacionales

EFSA: Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria

AESAN: Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición

JECFA: Comité de Expertos FAO-OMS sobre aditivos alimentarios

FAO: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura

OMS: Organización Mundial de la Salud

IOM: Instituto de Medicina

SCHER: Comité Científico de Salud y Riesgos Ambientales

FESNAD: Federación Española de Sociedades de Nutrición, Alimentación y Dietética

WHO: Organización Mundial de la Salud

EPA: Agencia de Protección Ambiental

Otros

ICP-OES: Espectrómetro de Emisión Óptica con Plasma Acoplado Inductivamente

ANEXOS

Anexo 1. Descripción de las muestras

| Información sobre las muestras de estudio | | | |
|---|-------------------|----------------|--|
| Tipo de muestra | Código de muestra | Marca | Denominación comercial |
| Ave | A-B | Hiperdino Food | Sopa deshidratada de pollo con fideos |
| | C-D | Auchan | Sopa deshidratada de pollo con fideos finos |
| | E-F | Hacendado | Sopa de pollo con fideos finos |
| | G-H | Kania | Sopa de pollo con arroz |
| | I-J | Maggi | Sopa de pollo con fideos deshidratada |
| | K-L | Gallina Blanca | Sopa deshidratada de pollo con fideos finos |
| | M-N | Knorr | Sopa deshidratada de pollo con pasta alimenticia |
| | Ñ-O | Gallina Blanca | Sopa de pollo de corral con fideos finos |
| Vegetal | P-Q | Hiperdino Food | Sopa deshidratada jardinera |
| | R-S | Auchan | Sopa deshidratada de verdura con conchitas |
| | T-U | Hacendado | Sopa jardinera |
| | V-W | Kania | Sopa de verdura con pasta |
| | X-Y | Maggi | Sopa 11 verduras deshidratada |
| | Z-AA | Gallina Blanca | Sopa de verdura deshidratada |
| | BB-CC | Knorr | Sopa deshidratada de verduras |
| Carne | DD-EE | Auchan | Sopa deshidratada de carne con estrellitas |
| | FF-GG | Hacendado | Sopa de carne con estrellitas |
| | HH-II | Hacendado | Sopa de rabo de buey |
| | JJ-KK | Gallina Blanca | Sopa deshidratada de ternera con estrellitas |
| | LL-MM | Knorr | Sopa deshidratada de rabo de buey |

Tabla 16. Descripción de las muestras

Anexo 2. Descripción de las muestras de la revisión bibliográfica

| Información sobre las muestras tras la revisión bibliográfica | | |
|---|-----------------|---|
| Artículo | Tipo de muestra | Tipos de productos |
| Soylak and cols (2006) ⁽²⁴⁾ | Vegetal | Crema vegetal, Sopa de lentejas, Sopa de lentejas con noodle, Sopa de guisantes con yogurt, Crema de champiñones |
| | Animal | Sopa de tripa, Crema de pollo, Sopa de Pollo con noodle, Sopa de pollo y verdura |
| Krejcová and cols (2006) ⁽²⁵⁾ | Vegetal | Cubo de sopa de verduras |
| | Animal | Cubo de sopa de ternera, Sopa instantánea de tripa, Sopa instantánea goulash, Sopa instantánea de Pollo con noodle |
| Krejcová and cols (2006) ⁽²⁶⁾ | Vegetal | |
| | Animal | Sopa instantánea de Pollo con noodle, Sopa de pollo |
| Urszula Pankiewicz ⁽²⁷⁾ | Vegetal | Sopa de boletus, Sopa de champiñones, sopa de remolacha |
| | Animal | |
| Bertold Boppel (1976) ⁽²⁸⁾ | Vegetal | Sopa de guisantes, Sopa gitana, Sopa de crema de hierbas, Sopa de primavera de california, Sopa Italiana de gemas, Sopa de boletus |
| | Animal | Sopa de papa con estofado, Sopa de rabo de buey, Sopa de cerdo con champiñones, Sopas de figuritas de animales para niños, Sopa de pollo extra, Sopa de pollo al instante, Sopa de carne, Sopa de ternera con rebozuelo, Sopa Jigger con champiñones y vino de madeira, Sopa de guisantes con jamón, Sopa de pollo con arroz, Sopa de ternera con huevo |
| Lopez and cols (2002) ⁽²⁹⁾ | Vegetal | |
| | Animal | Sopa de pollo con noodle, Sopa de pollo y vegetales |
| Hussein and cols (1997) ⁽³⁰⁾ | Vegetal | Sopa de vegetales |
| | Animal | |

Tabla 17. Descripción de las muestras tras la revisión bibliográfica

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA

1. Informe de consumo alimentario en España 2018. (s. f.). Recuperado de https://www.mapa.gob.es/es/alimentacion/temas/consumo-y-comercializacion-y-distribucion-alimentaria/20190807_informedeconsumo2018pdf_tcm30-512256.pdf
2. Shin, H. J., Cho, E., Lee, H.-J., Fung, T. T., Rimm, E., Rosner, B., ... Hu, F. B. (2014). Instant Noodle Intake and Dietary Patterns Are Associated with Distinct Cardiometabolic Risk Factors in Korea. *The Journal of Nutrition*, 144(8), 1247-1255. <https://doi.org/10.3945/jn.113.188441>
3. Huh, I. S., Kim, H., Jo, H. K., Lim, C. S., Kim, J. S., Kim, S. J., ... Chang, N. (2017). Instant noodle consumption is associated with cardiometabolic risk factors among college students in Seoul. *Nutrition Research and Practice*, 11(3), 232. <https://doi.org/10.4162/nrp.2017.11.3.232>
4. TEJERA R.L (2017). Metales en harinas fabricadas en canarias. Evaluación nutricional y toxicológica. Tesis doctoral. Facultad de Farmacia. Universidad de la Laguna. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=236000>
5. EFSA (2012) Scientific Opinion on the risk for public health related to the presence of mercury and methylmercury in food. *The EFSA Journal* 2012;10(12):2985. <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2903/j.efsa.2012.2985>
6. Zárate Méndez, L. H., & Valenzuela Montero, A. (2012). Sodium-potassium balance in the regulation of high blood pressure. *Medwave*, 12(02), e5301. <https://doi.org/10.5867/medwave.2012.02.5301>
7. Martínez de Victoria, E. (2016). *El calcio, esencial para la salud*. *Nutrición Hospitalaria*. <https://doi.org/10.20960/nh.341>
8. Martínez Graciá, Carmen & Ros, Gaspar & Periago, María J & López, Gaby. (1999). Biodisponibilidad del hierro de los alimentos. *Archivos latinoamericanos de nutrición*. 49. 106-113. https://www.researchgate.net/publication/270959331_Biodisponibilidad_del_hierro_de_los_alimentos
9. EFSA (2011) Statement on the evaluation on a new study related to the bioavailability of aluminium in food. *EFSA J* 9(5):2157. <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2903/j.efsa.2011.2157>
10. EFSA (2011) Panel on Contaminants in the Food Chain (CONTAM). Statement on tolerable weekly intake for cadmium. *EFSA J* 9(2):1975. <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.2903/j.efsa.2011.1975>
11. AESAN (2012) Report of the Scientific Committee of the Spanish Agency for Food Safety and Nutrition (AESAN) regarding criteria for the estimation of concentrations for the discussion proposals for migration limits of certain heavy metals and other elements from ceramic articles intended to come into contact with foodstuffs. *J Sci Commit* 16:11-20. [http://www.aecosan.mssi.gob.es/AECOSAN/docs/documentos/seguridad_alimentaria/evaluacion_riesgos/informes_cc_ingles/FOOD_CONTACT_MATERIALS .pdf](http://www.aecosan.mssi.gob.es/AECOSAN/docs/documentos/seguridad_alimentaria/evaluacion_riesgos/informes_cc_ingles/FOOD_CONTACT_MATERIALS.pdf)
12. Safety evaluation of certain contaminants in food: prepared by the Seventy-second meeting of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA). (s. f.). Recuperado de https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/44520/9789241660631_eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y

BIBLIOGRAFÍA

13. EFSA (2019) Dietary references values for EU. Adults Both Genders All ages. <http://www.efsa.europa.eu/en/interactive-pages/drvs>.
14. IOM (2001) Food and Nutrition Board of the Institute of Medicine of the National Academies. Dietary reference intakes for vitamin a, vitamin k, arsenic, boron, chromium, copper, iodine, iron, manganese, molybdenum, nickel, silicon, vanadium, and zinc. National Academy Press, Washington DC. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25057538>
15. SCHER (Scientific Committee on Health and Environmental Risk) (2012) Assessment of the tolerable daily intake of barium. European Commission. https://ec.europa.eu/health/scientific_committees/environmental_risks/docs/scher_o_161.pdf
16. AESAN (2012) Report of the Scientific Committee of the Spanish Agency for Food Safety and Nutrition (AESAN) regarding criterio for the estimation of concentrations for the discusión proposals for migration limits of certain heavy metals and other elements from ceramic articles intended to come into contact with foodstuffs. J Sci Commit 16:11–20 Barbosa JZ, Zambon LM, http://www.aecosan.msssi.gob.es/AECOSAN/docs/documentos/seguridad_alimentaria/evaluacion_riesgos/informes_cc_ingles/FOOD_CONTACT_MATERIALS .pdf
17. EFSA (2015) Scientific opinion on the risks to public health related to the presence of nickel in food and drinking water. EFSA J 13(2):4002–4204. <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2903/j.efsa.2015.4002>
18. FESNAD (2010). *Ingestas Dietéticas de Referencia (IDR) para la Población Española. 2010. Actividad Dietética. 14 (4): 196-197.* http://umh1544.edu.umh.es/wp-content/uploads/sites/63/2013/02/Ingestas_FESNAD_2010.pdf
19. WHO (2010) Strontium and strontium compounds. CICADs 77:1–63. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/44280?show=full>
20. U.S. EPA. *Provisional Peer-Reviewed Toxicity Values for Lithium. U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC, EPA/690/R-08/016F, 2008.* <https://cfpub.epa.gov/ncea/pprtv/recordisplay.cfm?deid=338974>
21. Unión Europea. *Reglamento (UE) 2015/1005 de la Comisión, de 25 de junio de 2015, que modifica el Reglamento (CE) Nº 1881/2006 por lo que respecta al contenido máximo de plomo en determinados productos alimenticios. Diario Oficial de la Unión Europea L 161/9.* <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:32015R1005>
22. Unión Europea. *Reglamento (UE) Nº 488/2014 de la Comisión, de 12 de mayo de 2014, que modifica el Reglamento (CE) Nº 1881/2006 por lo que respecta al contenido máximo de cadmio en los productos alimenticios. Diario Oficial de la Unión Europea L 138/75.* <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:32014R0488&from=ES>
23. Unión 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 L 364/5.* <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:32006R1881&from=ES>

BIBLIOGRAFÍA

- 24.** Soyлак, Mustafa & Çolak, Hakan & Tuzen, Mustafa & Turkoglu, Orhan & Elci, Latif. (2006). Comparison of Digestion Procedures on Commercial Powdered Soup Samples for the Determination of Trace Metal Contents by Atomic Absorption Journal of Food and Drug Analysis. 14. 62-67. https://www.researchgate.net/publication/228622296_Comparison_of_Digestion_Procedures_on_Commercial_Powdered_Soup_Samples_for_the_Determination_of_Trace_Metal_Contents_by_Atomic_Absorption
- 25.** KREJCOVA, A., CERNOHORSKY, T., & MEIXNER, D. (2007). Elemental analysis of instant soups and seasoning mixtures by ICP–OES. Food Chemistry, 105(1), 242-247. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.11.005>
- 26.** Krejčová, A., Pouzar, M., Černohorský, T., & Pešková, K. (2008). The cryogenic grinding as the important homogenization step in analysis of inconsistent food samples. Food Chemistry, 109(4), 848-854. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.01.011>
- 27.** Pankiewicz, U. (2012). Monitoring of Total Mercury Level in Selected Dairy Products from the South-East Regions of Poland. <https://www.semanticscholar.org/paper/Monitoring-of-Total-Mercury-Level-in-Selected-Dairy-Pankiewicz/0b69ce575aac110f5642fbe079febb79f2708ccc>
- 28.** Boppel, B. (1976). Blei- und Cadmium-Gehalte von Lebensmitteln. Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und -Forschung, 161(2), 111-113. <https://doi.org/10.1007/bf01112852>
- 29.** López, F. F., Cabrera, C., Lorenzo, M. L., & López, M. C. (2002). Aluminum levels in convenience and fast foods: in vitro study of the absorbable fraction. Science of The Total Environment, 300(1-3), 69-79. [https://doi.org/10.1016/S0048-9697\(02\)00282-6](https://doi.org/10.1016/S0048-9697(02)00282-6)
- 30.** Hussein, L., & Bruggeman, J. (1997). Zinc analysis of Egyptian foods and estimated daily intakes among an urban population group. Food Chemistry, 58(4), 391-398. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(96\)00213-0](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(96)00213-0)

Las referencias bibliográficas, mencionadas fueron consultadas durante los meses de febrero, marzo, abril y mayor del año 2020 durante la realización del presente Trabajo Fin de Máster.