



Universidad
de La Laguna



Elementos esenciales y metales tóxicos en comida rápida o ''Fast Food''. Evaluación nutricional y toxicológica.

Bruno Daniel Zegarra Valdivieso

Trabajo Fin de Grado

Tutor: Ángel José Gutiérrez Fernández

Junio 2020

ABSTRACT

Fast food is greatly consumed for many reasons, for lack of time and financial restrictions, among others. Among this category we can find hamburgers, such meat can be bovine, but it is actually those based on vegetables which are increasing in popularity. Those can be contaminated with toxic materials, due to the process of the raw material or environmental contamination.

The objective of this study was to determine these metals and compare them between McDonald's burgers, Burger King and Burger Mel. Given the circumstances caused by COVID-19, it could not be completed, so a bibliographic review was carried out, collecting information on similar foods: meat products and vegetarian hamburgers.

Apparently, there are some major differences compared to the average level of metals in meat-based produce and vegetarian hamburgers. And taking into account the recommended daily intakes (RDI) and the acceptable daily intakes (IDA) the toxic risk was evaluated. The consumption of 100g per week of these types of food would mean a very low contribution of metals. Also determined in the study, is the quantity which would have been consumed in these foods, when toxic effects are shown in the consumers.

INDICE

1. Introducción	4
2. Objetivos	5
3. Material y métodos	5
3.1 Muestras	5
3.2 Reactivos y disoluciones	6
3.3 Material e instrumentación	6
3.4 Procedimiento experimental	7
4. Resultados y discusión	8
4.1 Concentraciones de metales en hamburguesas y productos cárnicos.....	9
4.1.1 Macroelementos	10
4.1.2 Microelementos y elementos traza	13
4.1.3 Metales tóxicos pesados	17
4.2 Evaluación del riesgo y estudio nutricional	19
5. Conclusiones	23
6. Bibliografía	25

1. INTRODUCCION

La comida rápida (fast food) es un tipo de comida ampliamente consumida a día de hoy, de rápida y fácil preparación. La falta de tiempo y los bajos precios son las razones que llevan a las personas a frecuentar los establecimientos de comida rápida (Cabrera, 2007). El exceso de comida rápida puede favorecer el desarrollo de la obesidad o aumentar el riesgo de padecer enfermedades crónicas (diabetes, problemas cardíacos, hipertensión arterial, entre otras) (Chávez et al., 2013).

Los metales presentan una densidad relativamente alta y cierta toxicidad para los seres vivos dependiendo de la concentración en la que se encuentren. Dado que no se pueden degradar ni química ni biológicamente su peligrosidad será mayor. Pero también algunos contribuyen en las funciones fisiológicas de estos organismos, de forma que se pueden clasificar como esenciales, no esenciales y tóxicos (AESAN,2015).

De hecho, algunos de estos metales son imprescindibles para el funcionamiento de los sistemas bioquímicos en los seres vivos, siendo denominados oligoelementos o elementos traza. Dentro de este grupo se incluirían metales como el manganeso (Mn), cromo (Cr), zinc (Zn), cobre (Cu), entre otros. Aunque es evidente que cuando se sobrepasan determinadas concentraciones de éstos, se pone de manifiesto su toxicidad. Luego tenemos otros metales como el plomo (Pb), aluminio (Al), cadmio (Cd) y mercurio (Hg) que no se encuentran dentro de este grupo debido a que están ampliamente distribuidos por la corteza terrestre, pero pueden estar presentes en los seres vivos y no poseer ningún efecto biológico beneficioso, y, además, ser tóxicos para estos (Ybanez et al., 1996; Barregård et al., 1999).

Los metales pueden causar varios síndromes tóxicos, como, por ejemplo, coma producido por el plomo, arsénico o mercurio. Las neuropatías periféricas pueden ser provocadas por plomo o arsénico. En cuanto al síndrome nefrótico, puede ser provocado por el cadmio, el plomo o el mercurio. En el aparato respiratorio, el cadmio puede provocar enfisema, y el arsénico, cáncer de pulmón. En cuanto a la toxicidad embriofetal, todos los metales mencionados son teratógenos (Vega-Franco et al., 1994; Kučera et al., 1995).

En general la población puede estar expuesta a estos elementos mediante diversas fuentes como pueden ser el agua, el aire, el suelo y/o los diferentes grupos de alimentos. La ingesta de alimentos será una de las causas más sobresalientes de contaminación, y los

efectos tóxicos van a depender del tipo de metal, de la concentración y en algunos casos de la población expuesta (Reyes et al., 2016; Barman y Bhargava, 1997).

En las hamburguesas de carne los metales pesados pueden contaminar los productos durante el procesamiento a través de la materia primas o aditivos empleados para la elaboración de dichos productos (especias, agua) (Hamasalim y Mohammed, 2013).

En el caso de las hamburguesas veganas pueden ser por ejemplo de remolacha o espinacas, pudiendo tener otros componentes, como la soja. De estos tres ingredientes destacamos la soja, que, a pesar de tener una gran variedad de cualidades, puede acumular cantidades considerables de metales tóxicos, pudiendo exceder los niveles máximos permitidos por la legislación en algunas ocasiones (Vollmann et al., 2015).

2. OBJETIVOS

Los objetivos programados en el desarrollo de este TFG han sido:

- a) Determinar el contenido de metales tóxicos (Al, Pb, Cd), macroelementos (Ca, Mg, Na, K), y microelementos y elementos traza (Fe, B, Ba, Mn, Mo, Zn, V, Ni, Cu, Co, Sr, Li, Cr) en hamburguesas de diferentes marcas comerciales.
- b) Comprobar si hay diferencias significativas respecto al contenido de metales teniendo en cuenta los diferentes tipos de hamburguesas analizadas.
- c) Evaluar el riesgo tóxico e ingesta de metales debido al consumo de las diferentes hamburguesas estudiadas.
- d) Determinar el porcentaje de aporte a las IDRs de los metales esenciales debido al consumo de hamburguesas por la población.

3. MATERIAL Y METODOS

Muestras

En este estudio se eligieron hamburguesas de diferentes tipos, incluyendo hamburguesas vegetarianas y no vegetarianas (Tabla 1). Fueron compradas en superficies comerciales de Santa cruz de Tenerife y San Cristóbal de La Laguna, como son, McDonald's, Burger King y Burger Mel (vegetarianas). Para el diseño experimental se analizaron 10 muestras

de cada una entre los meses de febrero y abril de 2020, contando con un tamaño final de 30 muestras.

Tabla 1. Descripción de la muestra

Establecimiento	Nombre comercial	Ingredientes
McDonald	Hamburguesa de carne	Carne ganado vacuno, pepinillo, queso
Burger King	Hamburguesa de carne	Carne ganado vacuno, pepinillo, queso
Burger Mel	Hamburguesa de remolacha	Soja texturizada, remolacha, zanahoria, gluten de trigo, fécula de maíz, aceite de maíz, mezcla de especias, sal, agua
	Hamburguesa de espinaca	Soja texturizada, espinaca, zanahoria, gluten de trigo, fécula de maíz, aceite de maíz, mezcla de especias, sal, agua

Reactivos y disoluciones

- Ácido Nítrico 65%
- Disolución de HNO₃ 1.5%.
- Detergente para uso de laboratorio (Extran)

Material e instrumentación

- Cápsulas de porcelana Staatlich.
- Matraces aforados de 25 mL.
- Frascos Simax de 250mL.
- Varillas de vidrio.
- Pinzas.
- Pipetas de 1mL y 10mL.

- Frascos de polietileno.
- Papel de filtro Whatman 90mm.
- Balanza analítica Mettler PB 153-S.
- Horno mufla Nabertherm P 320.
- Placa calefactora Selecta.
- Espectrofotómetro de Emisión Óptica con plasma acoplado inductivamente (ICP).

Procedimiento experimental

En primer lugar, antes de comenzar el procesamiento de las muestras, se llevó a cabo una adecuada limpieza del material (matraces aforados, pipetas, varillas de vidrio, vasos precipitado, capsulas de porcelana, etc.) con agua y jabón, y posteriormente se sumergieron en agua con detergente de limpieza libre de metales pesados (Extran) al 5% durante 10 – 24 horas. A continuación, se aclararon con agua y se enjuagaron con agua destilada, procediéndose posteriormente al secado del material en estufa a una temperatura de 80 – 100°C. En el caso de las capsulas de porcelana se procedió a la incineración de estos a una temperatura de 800°C durante 2 horas en horno mufla para eliminar cualquier traza de muestras anteriores o metales que pudieran quedar.

De cada tipo de hamburguesa se pesaron 10 gramos en cápsulas de porcelana en una balanza de precisión, previamente triturada y homogeneizada con ayuda de un homogeneizador, obteniendo de esta forma el peso húmedo.

A continuación, fueron sometidas a desecación en estufa durante 24 horas a una temperatura de 80°C y se pesaron obteniendo así el peso seco, entorno al 40% de humedad se pierde en las diferentes marcas de hamburguesas.

Posteriormente, se introdujeron las muestras en un horno mufla durante 48 horas, elevando la temperatura gradualmente hasta alcanzar la temperatura de $450^{\circ}\text{C} \pm 25^{\circ}\text{C}$. De esta forma se consiguió la eliminación de la materia orgánica presente en las muestras (mineralización), permaneciendo los minerales en la cápsula de porcelana. Pasado este tiempo se obtuvieron cenizas blancas o blancas - grisáceas, y en algunos casos marrones

(dependiendo de la presencia de ciertos pigmentos). Luego se disolvieron con una disolución de HNO_3 al 1,5% hasta un volumen de 25mL.

En caso de que al disolverlo con HNO_3 al 1,5% se observara la existencia de cenizas negras, señal de que no se había eliminado totalmente la materia orgánica de la muestra, se procedió a tratar las muestras con unas gotas de HNO_3 al 65% para completar la total mineralización de la muestra. Tras su secado en la placa calefactora durante unos minutos hasta evaporación del HNO_3 de las mismas, se reintrodujeron en el horno mufla para un nuevo ciclo de incineración, elevando nuevamente la temperatura hasta los $450^\circ\text{C} \pm 25^\circ\text{C}$ durante 24 horas para la obtención así de las cenizas blancas. Es importante no rebasar esta temperatura puesto que podría existir pérdida de metales de la muestra por evaporación de algunos metales presentes en ellas.

Una vez obtenidas las cenizas blancas se pesaron para la obtención del peso en ceniza. Posteriormente se disolvieron con disolución de HNO_3 al 1,5 % y se aforaron a 25mL previa filtración de las mismas. Finalmente, las muestras se pasaron a frascos de polietileno numerados y etiquetados para evitar una posible contaminación y para su posterior determinación de metales pesados por Espectrometría de Emisión Óptica con Plasma Acoplado Inductivamente (ICP-OES).

4. RESULTADOS Y DISCUSION

Dada las circunstancias ocasionadas por el COVID-19 no se pudo completar el procedimiento experimental del trabajo ya que, aunque las muestras fueron procesadas, no se pudo determinar las concentraciones de metales en las muestras de hamburguesas seleccionadas para el estudio.

Debido a este hecho, en la realización de este trabajo, a partir de aquí se optó por realizar una revisión bibliográfica con el fin de obtener resultados de determinación de metales en muestras similares a las que han sido objeto de este estudio.

En sustitución de las muestras de nuestro estudio (hamburguesas de McDonald, Burger King y Burger Mel) se recogieron, a partir de fuentes bibliográficas diversas, datos de concentración metálica en diferentes productos cárnicos procesados y diferentes hamburguesas vegetarianas (remolacha y espinaca).

Concentraciones de metales en hamburguesas y productos cárnicos

En la Tabla 2 se resumen las concentraciones medias y desviaciones estándar de metales en los siguientes grupos: productos cárnicos, hamburguesas de remolacha y hamburguesas de espinacas. Estas muestras han sido recogidas de los estudios de Padrón et al. (2020) y Marrero Torres (2019).

Tabla 2. Concentraciones medias y desviaciones estándar de metales entre productos cárnicos y hamburguesas vegetarianas.

MACROELEMENTOS			
Metal	CARNICOS (mg/kg)	REMOLACHA (mg/kg)	ESPINACA (mg/kg)
Ca	140 ± 10,61	908 ± 6,11	795 ± 4,36
Na	2088 ± 409	4093 ± 34,6	2959 ± 626
K	1384 ± 199	5728 ± 35,1	5787 ± 120
Mg	66,70 ± 18,9	703 ± 5,51	734 ± 2,52
MICROELEMENTOS Y ELEMENTOS TRAZA			
Metal	CARNICOS (mg/kg)	REMOLACHA (mg/kg)	ESPINACA (mg/kg)
Co	<0,002	0,01 ± 0,00	0,02 ± 0,00
Cr	0,11 ± 0,03	0,15 ± 0,01	0,09 ± 0,00
Cu	0,94 ± 0,30	3,67 ± 0,04	4,31 ± 0,08
Fe	15,48 ± 2,46	16,9 ± 0,22	19,0 ± 1,00
Mn	0,10 ± 0,023	4,58 ± 0,05	6,00 ± 0,72
Mo	0,023 ± 0,0007	0,63 ± 0,00	0,91 ± 0,00
Zn	17,4 ± 5,90	10,9 ± 0,11	11,0 ± 0,17
B	0,075 ± 0,03	9,35 ± 0,07	7,57 ± 0,38
Ba	0,26 ± 0,11	0,77 ± 0,02	0,72 ± 0,02
Li	0,37 ± 0,02	0,59 ± 0,05	0,57 ± 0,07
Sr	0,27 ± 0,08	2,72 ± 0,03	2,21 ± 0,01
Ni	0,03 ± 0,008	0,67 ± 0,01	0,77 ± 0,07
V	<0,005	<0,005	<0,005
METALES TÓXICOS			
Metal	CARNICOS (mg/kg)	REMOLACHA (mg/kg)	ESPINACA (mg/kg)
Al	2,09 ± 0,58	4,87 ± 1,38	5,83 ± 1,64
Cd	0,004 ± 0,003	0,01 ± 0,00	0,02 ± 0,00
Pb	0,015 ± 0,003	0,06 ± 0,00	0,05 ± 0,00

A continuación, trabajaremos con los resultados disponibles por tipo de alimentos, haciendo comparaciones entre ellos respecto a la concentración metálica de cada uno. El

análisis se hará en tres categorías diferentes: Macroelementos (Ca, Na, K, Mg), microelementos y elementos traza (Fe, B, Ba, Mn, Mo, Zn, V, Ni, Cu, Co, Sr, Li, Cr), y metales tóxicos pesados (Al, Pb, Cd).

Macroelementos

Se puede observar en la Tabla 2 que las concentraciones medias de las hamburguesas vegetarianas son superiores a las de los derivados cárnicos. Sin embargo, entre los distintos tipos de hamburguesas vegetarianas no existen aparentemente diferencias en cuanto a su contenido en macroelementos.

El K ha sido el elemento que se encuentra en mayor concentración en las hamburguesas vegetarianas de remolacha y de espinacas con concentraciones medias de $5728 \pm 35,1$ mg/kg y 5787 ± 120 mg/kg, respectivamente (Figura 1).

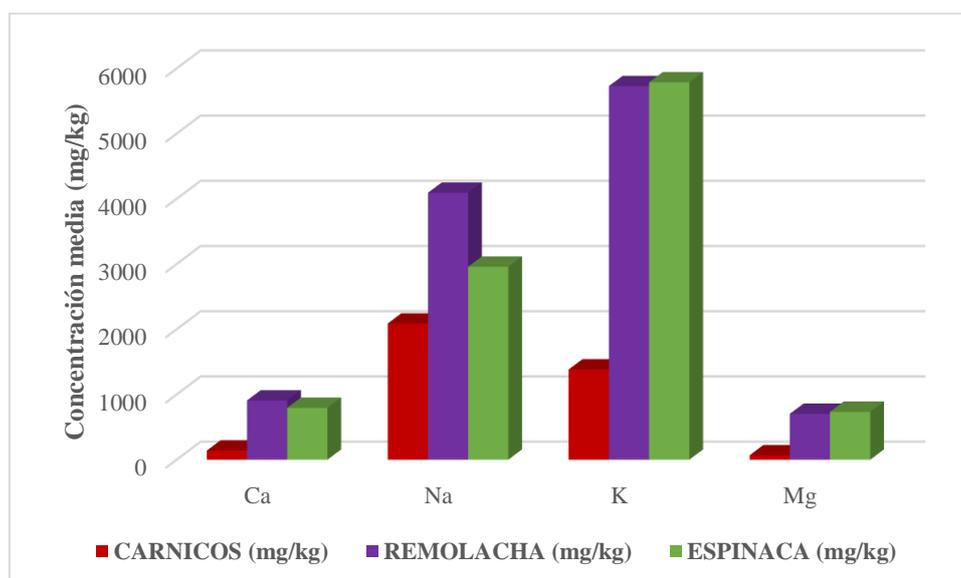


Figura 1. Comparación del contenido de macroelementos (mg/kg) entre productos cárnicos y hamburguesas vegetarianas.

Calcio

En la Figura 2 se puede observar que las hamburguesas vegetarianas presentan concentraciones medias superiores. La mayor concentración de calcio se encuentra en las hamburguesas de remolacha ($908 \pm 6,11$ mg/kg) seguida de las hamburguesas de espinacas ($795 \pm 4,36$ mg/kg). En cambio, los productos cárnicos presentan la concentración media más baja ($140 \pm 10,61$ mg/kg).

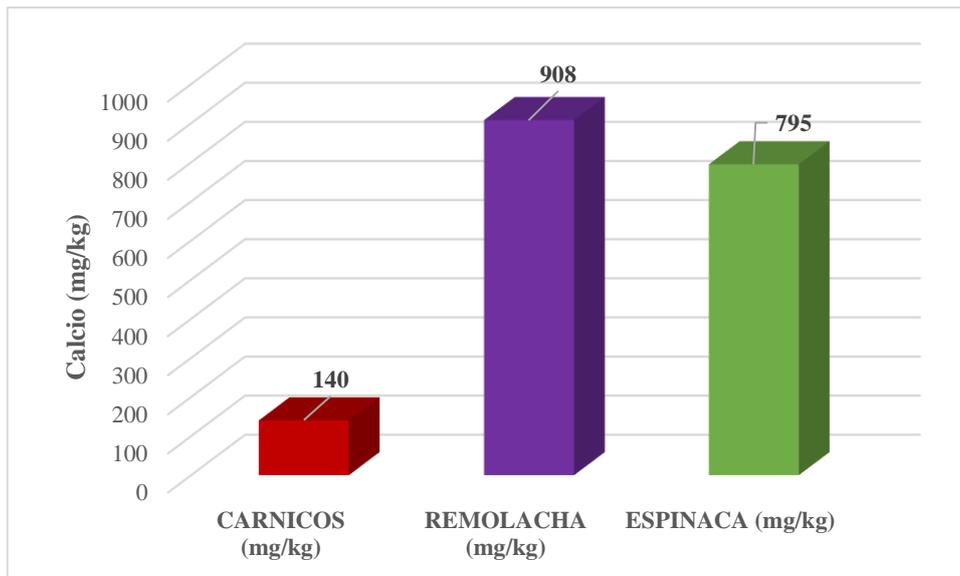


Figura 2. Comparación del contenido de Ca (mg/kg) entre productos cárnicos y hamburguesas vegetarianas.

Sodio

En la Figura 3 se observa aparentemente que existen diferencias significativas en todas las muestras. La hamburguesa de remolacha es la que presenta mayor concentración media ($4093 \pm 34,6$ mg/kg). Mientras que los productos cárnicos presentan menor concentración media de este metal (2088 ± 409 mg/kg).

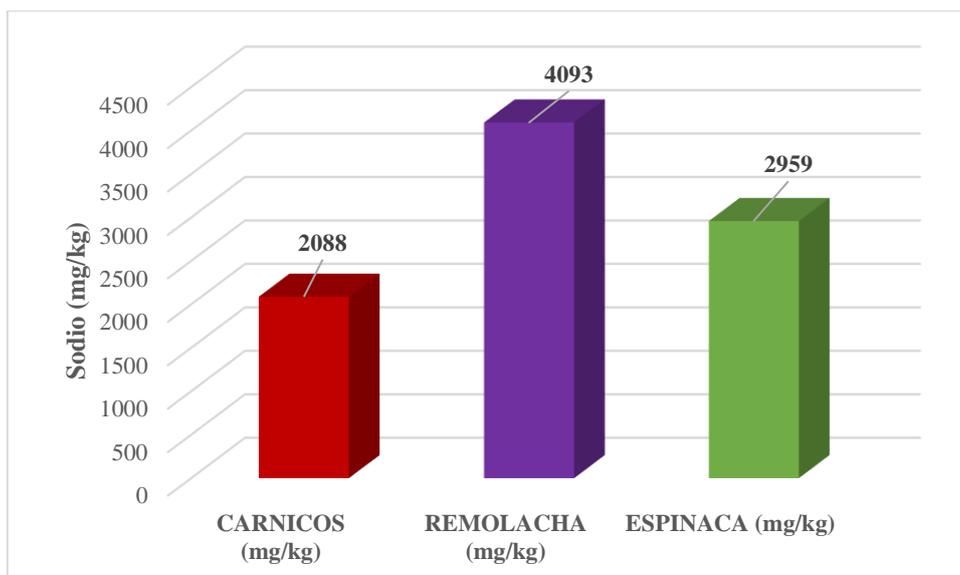


Figura 3. Comparación del contenido de Na (mg/kg) entre productos cárnicos y hamburguesas vegetarianas.

Potasio

En cuanto al potasio, destacar la gran diferencia que hay entre hamburguesas vegetarianas y productos cárnicos. La Figura 4 muestra que la mayor concentración de potasio está presente en las hamburguesas de espinacas (5787 ± 120 mg/kg) aunque no parecen existir diferencias con el contenido de este macroelemento en las de remolacha.

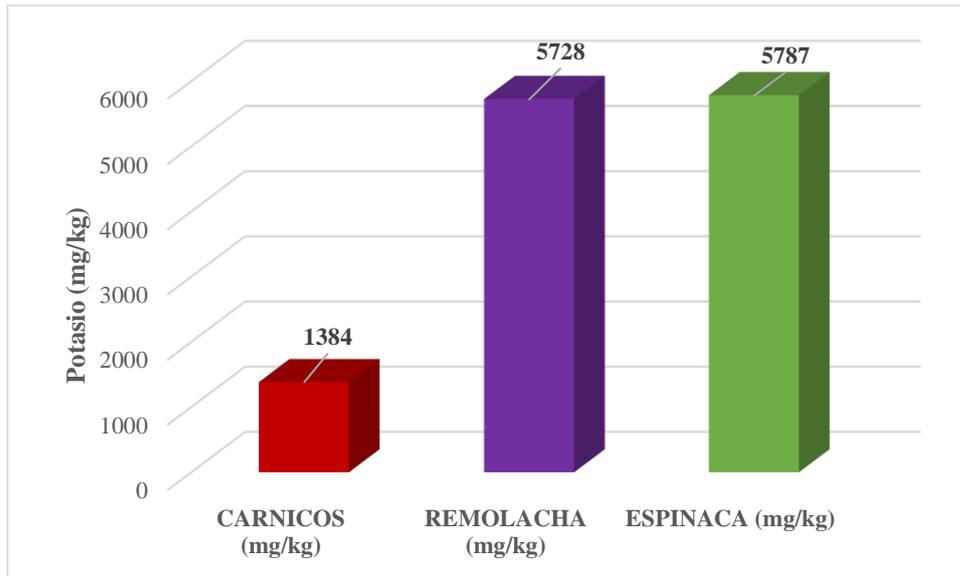


Figura 4. Comparación del contenido de K (mg/kg) entre los productos cárnicos y hamburguesas vegetarianas.

Magnesio

En la Figura 5 se observa que las hamburguesas vegetarianas presentan mayor contenido de magnesio que los productos cárnicos. Las hamburguesas de espinacas con una concentración media de $734 \pm 2,52$ mg/kg serán ligeramente superior a las hamburguesas de remolacha. Estos resultados se deben fundamentalmente a que los vegetales son más ricos en magnesio que los tejidos de procedencia animal.

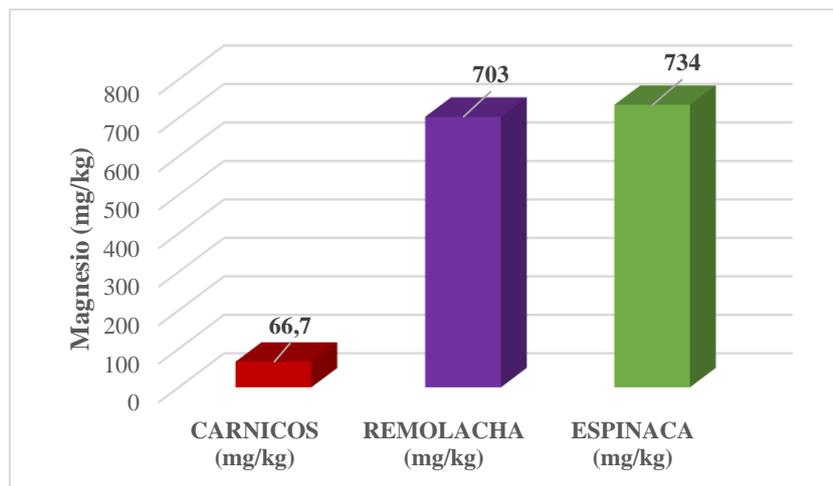


Figura 5. Comparación del contenido de Mg (mg/kg) entre los productos cárnicos y hamburguesas vegetarianas.

Microelementos y elementos traza

La Tabla 2 pone de manifiesto la existencia de diferencias entre productos cárnicos y hamburguesas vegetarianas, a excepción de elementos como el Co, Cr y V, en el que no parecen observarse diferencias.

En la Figura 6 se observan los niveles más altos de microelementos, donde el nivel medio de Fe ha sido el más destacado con una concentración media de $19,0 \pm 1,00$ mg/kg, siendo este valor obtenido en las hamburguesas de espinacas. Le sigue el Zn con una concentración media de $17,4 \pm 5,90$ mg/kg, cuyo valor fue obtenido en los productos cárnicos. La Figura 7 representa los niveles más bajos de los microelementos.

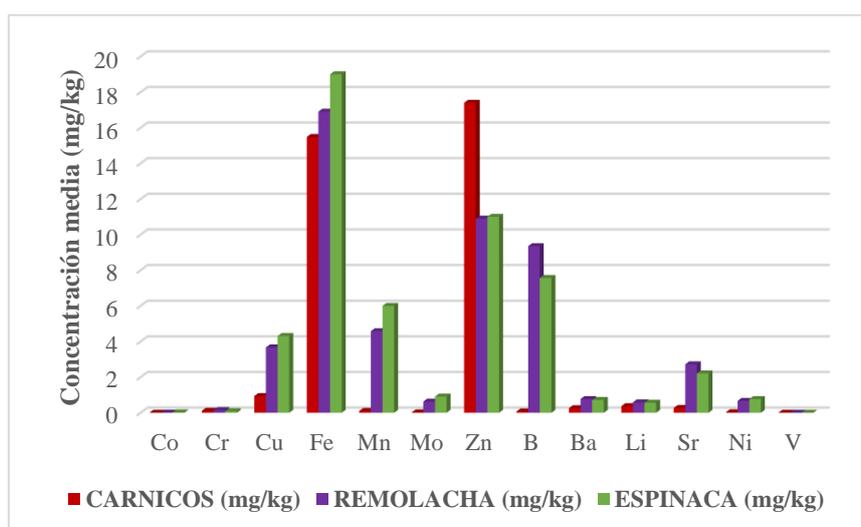


Figura 6. Comparación del contenido de microelementos (mg/kg) entre productos cárnicos y hamburguesas vegetarianas.

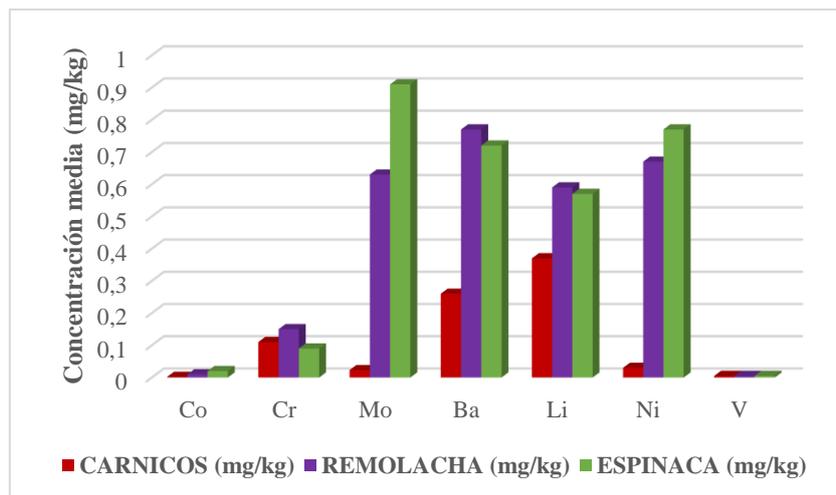


Figura 7. Comparación del contenido de microelementos (mg/kg) entre productos cárnicos y hamburguesas vegetarianas.

Cobre y Manganeso

En este caso, tanto para el cobre como para el manganeso, las concentraciones medias son superiores en las hamburguesas vegetarianas, siendo ligeramente mayor en el manganeso en las hamburguesas vegetarianas, pero no así en los derivados cárnicos donde es superior la concentración de Cu ($0,94 \pm 0,30$ mg/kg) (Figura 8). Las concentraciones de manganeso en las hamburguesas de remolacha y de espinacas son $4,58 \pm 0,05$ mg/kg y $6 \pm 0,72$ mg/kg, respectivamente.

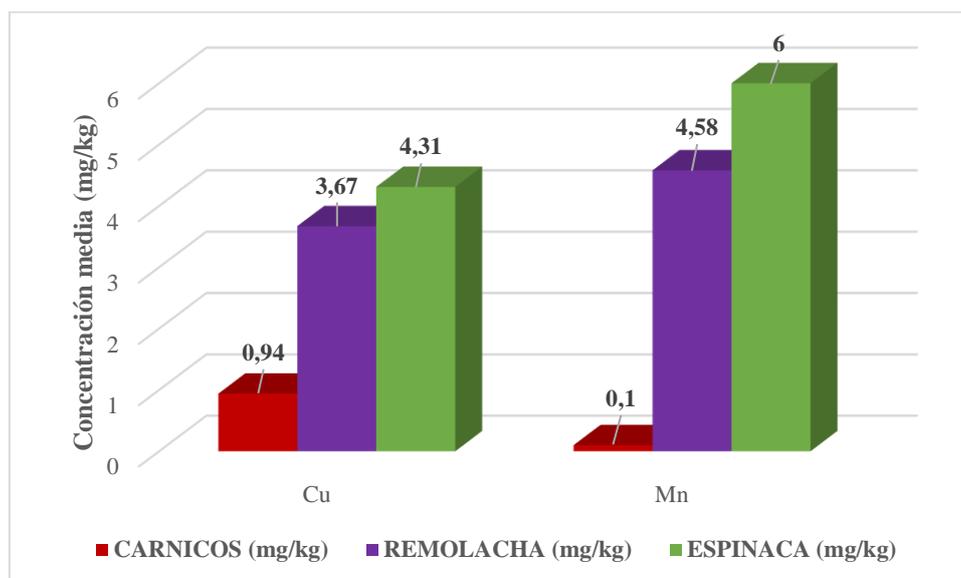


Figura 8. Comparación del contenido de Cu y Mn (mg/kg) entre productos cárnicos y hamburguesas vegetarianas.

Molibdeno y Níquel

Al comparar estos dos metales se observan diferencias significativas entre hamburguesas vegetarianas y productos cárnicos. Se observa que las concentraciones medias de molibdeno y níquel son superiores en las hamburguesas vegetarianas, siendo ligeramente superior en las hamburguesas de espinacas con respecto a las de remolacha. (Figura 9).

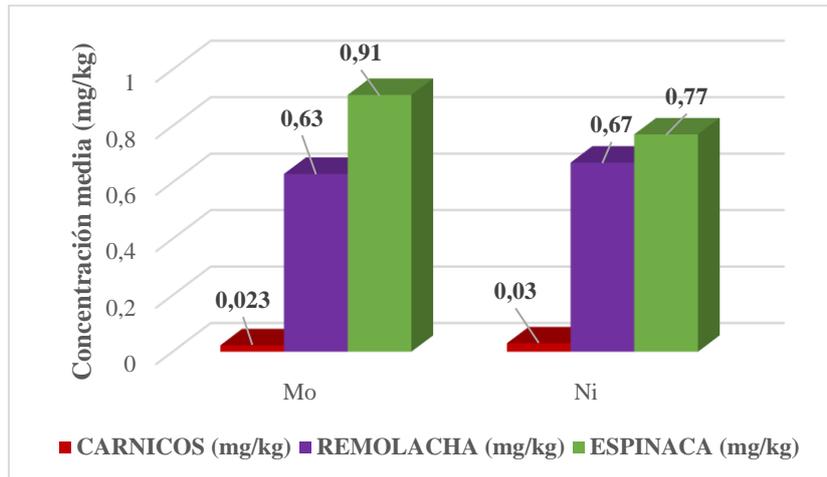


Figura 9. Comparación del contenido de Mo y Ni (mg/kg) entre productos cárnicos y hamburguesas vegetarianas.

Hierro

En cuanto al hierro, la concentración media es mayor en la hamburguesa de espinaca ($19,0 \pm 1,00$ mg/kg) y menor en los productos cárnicos ($15,48 \pm 2,46$ mg/kg). Mientras que las concentraciones medias de las hamburguesas de remolacha se mantienen a un nivel intermedio, se puede decir que no existe mucha diferencia de concentraciones entre estos tipos de comida.

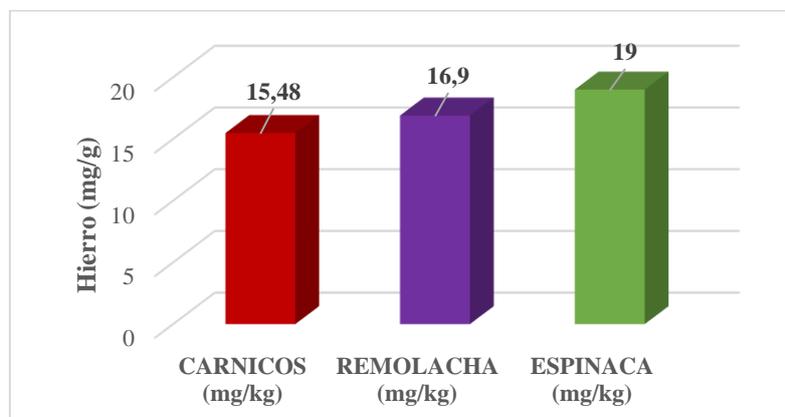


Figura 10. Comparación del contenido de Fe (mg/kg) entre productos cárnicos y hamburguesas vegetarianas.

Zinc

Con respecto al zinc, destacar la concentración media ($17,4 \pm 5,90$ mg/kg), puesto que ha sido el único metal en el que los productos cárnicos se han encontrado en mayor cantidad. En la Figura 11 se observan las diferencias significativas entre productos cárnicos y hamburguesas vegetarianas, estas últimas no presentan ninguna diferencia apreciable.

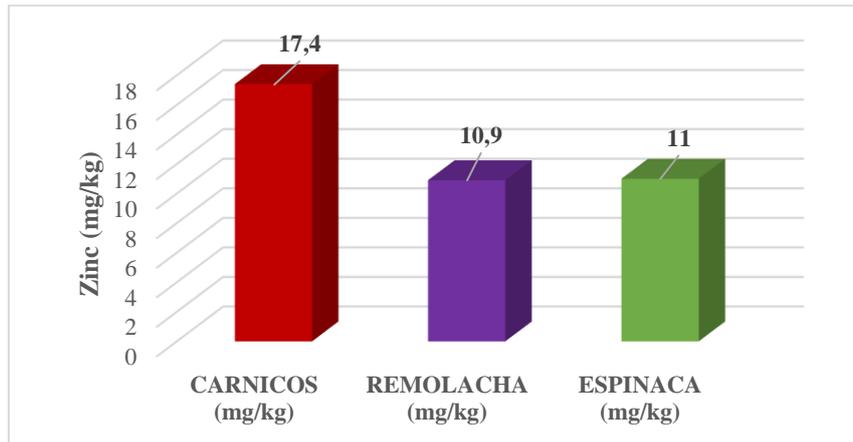


Figura 11. Comparación del contenido de Zn (mg/kg) entre productos cárnicos y hamburguesas vegetarianas.

Boro y Estroncio

En la Figura 12 se puede observar como la concentración media de boro y estroncio es superior en las hamburguesas vegetarianas, siendo ligeramente superior en las hamburguesas de remolacha. Y también la gran diferencia que hay con respecto a los productos cárnicos, esta diferencia se observa en el boro.

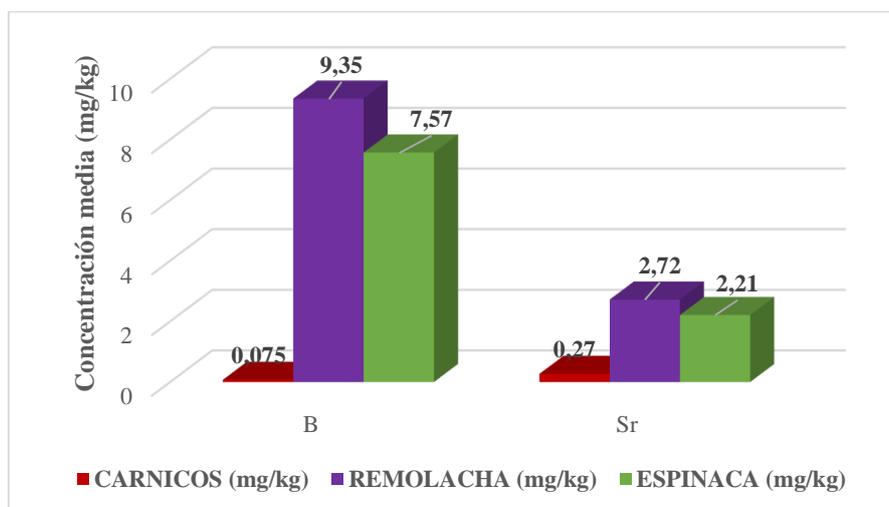


Figura 12. Comparación del contenido de B y Sr (mg/kg) entre productos cárnicos y hamburguesas vegetarianas.

Bario y Litio

Este caso es similar al anterior, en la Figura 13 se puede ver como las hamburguesas vegetarianas presentan mayores concentraciones medias con respecto a los productos cárnicos. La concentración mayor se da en el Ba para la hamburguesa de remolacha ($0,77 \pm 0,02$ mg/kg). Sin embargo, no existe tanta diferencia respecto a los productos cárnicos como en el caso del boro.

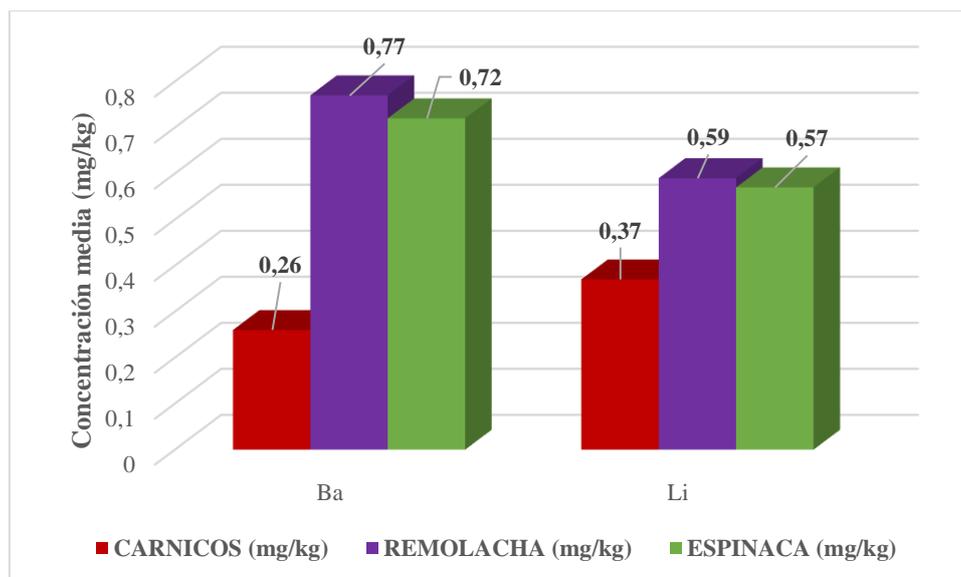


Figura 13. Comparación del contenido de Ba y Li (mg/kg) entre productos cárnicos y hamburguesas vegetarianas.

Metales tóxicos

En la Tabla 2 se puede observar que el aluminio es el metal tóxico que más destaca con una concentración media de $5,83 \pm 1,64$ mg/kg, cuyo valor fue obtenido en las hamburguesas de espinacas.

Aluminio

En la Figura 14 se puede observar que la concentración media de aluminio es significativamente superior en las hamburguesas vegetarianas con respecto a los productos cárnicos, siendo ligeramente mayor en las hamburguesas de espinacas ($5,83 \pm 1,64$ mg/kg). Los productos cárnicos presentan una concentración media de $2,09 \pm 0,58$ mg/kg.

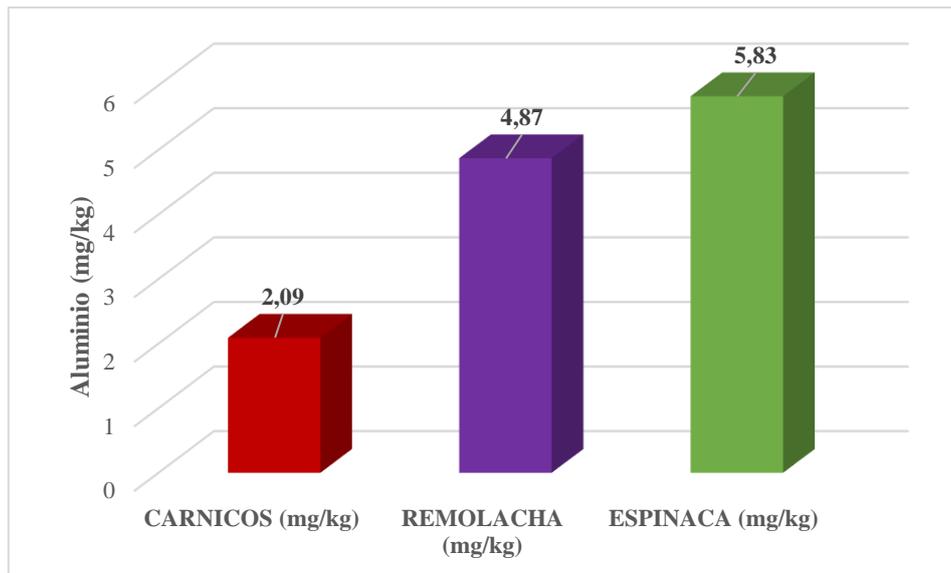


Figura 14. Comparación del contenido de Al (mg/kg) entre productos cárnicos y hamburguesas vegetarianas.

Cadmio

Al analizar los valores de cadmio se observa que las hamburguesas de espinacas presentan mayor concentración media ($0,02 \pm 0,00$ mg/kg). En cambio, los productos cárnicos presentaran la concentración más baja ($0,004 \pm 0,003$ mg/kg). En la Figura 15 se puede observar las diferencias significativas entre productos cárnicos y hamburguesas vegetarianas.

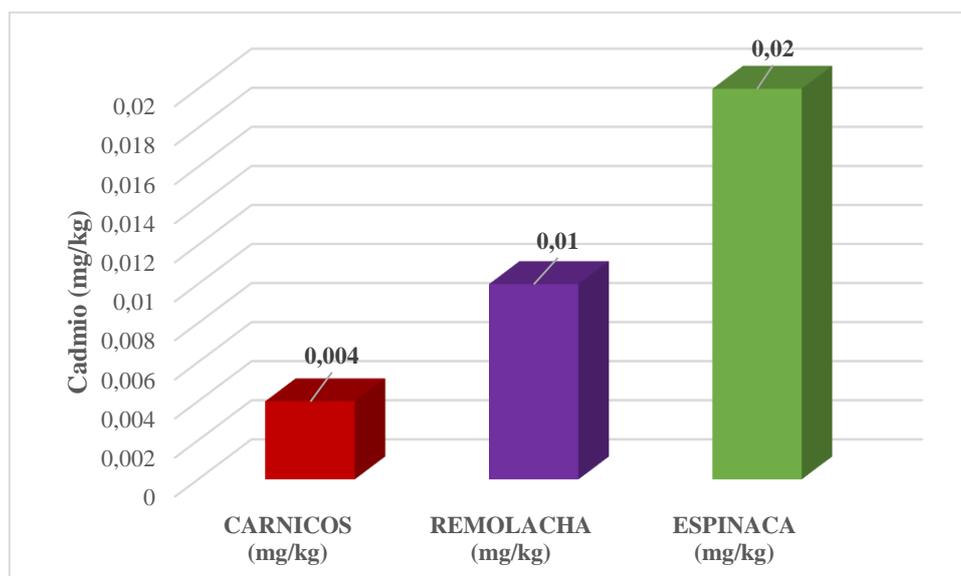


Figura 15. Comparación del contenido de Cd (mg/kg) entre productos cárnicos y hamburguesas vegetarianas.

Plomo

En la Figura 16 se observan diferencias significativas entre productos cárnicos y hamburguesas, siendo mayor en estas últimas. La concentración media de plomo será ligeramente superior en las hamburguesas de remolacha ($0,06 \pm 0,00$ mg/kg).

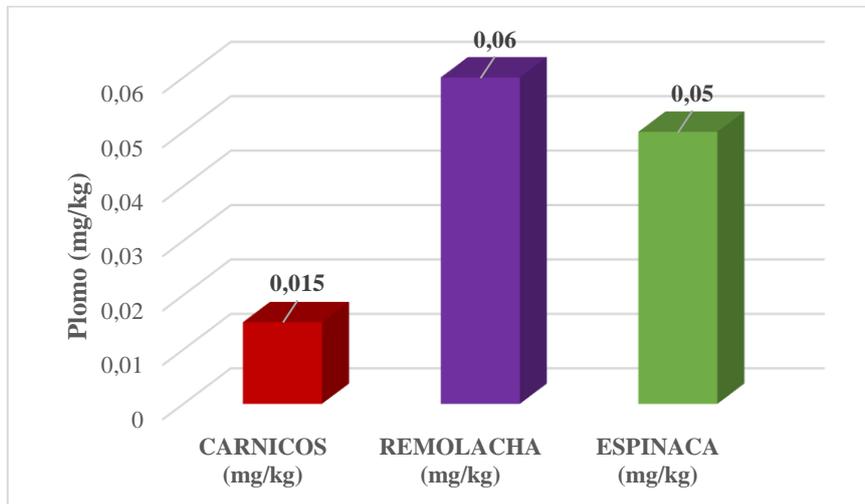


Figura 16. Comparación del contenido de Pb (mg/kg) entre productos cárnicos y hamburguesas vegetarianas.

Evaluación del riesgo y estudio nutricional

La evaluación de la ingesta alimentaria se realizó mediante la ingesta diaria estimada (IDE) y para ello se ha estimado un consumo de 100 gramos de estos productos por persona a la semana. Se ha supuesto un peso de un adulto de 70 kg. Una vez que se ha obtenido el valor de IDE, se calculó el porcentaje de contribución, teniendo en cuenta los valores de referencia establecidos por diferentes instituciones, y también se calculó la ingesta máxima diaria.

Macroelementos

Los porcentajes de contribución de los macroelementos a la ingesta diaria recomendada (IDR) son muy bajos, por lo que se consideraría un aporte relativamente bajo a la ingesta diaria recomendada de estos productos (suponiendo una ingesta de 100 g por semana). Considerando los valores de referencia, sobresale el aporte de Mg (2,5 – 4 %) en las hamburguesas vegetarianas. Mientras que en el caso de los productos cárnicos el mayor porcentaje de contribución se presenta en el Na con un 1,49 % (Tabla 3).

Tabla 3. Aporte de macroelementos a la IDR.

Grupo	IDR (mg/d)	IDE (mg/d)	% Ca	Ingesta máx. al día (g)
Cárnicos	750	2	0,27	5357
Remolacha		12,97	1,73	826
Espinaca		11,36	1,51	943
Grupo	IDR (mg/d)	IDE (mg/d)	% Na	Ingesta máx. al día (g)
Cárnicos	2000	29,83	1,49	958
Remolacha		58,47	2,9	488
Espinaca		42,27	2,11	675
Grupo	IDR (mg/d)	IDE (mg/d)	% K	Ingesta máx. al día (g)
Cárnicos	3500	19,77	0,56	2528
Remolacha		81,33	2,33	611
Espinaca		82,67	2,36	604
Grupo	IDR (mg/d)	IDE (mg/d)	% Mg	Ingesta máx. al día (g)
Cárnicos	300 (Mujeres)	0,95	0,32	4497
	350 (Hombres)	0,95	0,27	5247
Remolacha	300 (Mujeres)	10,04	3,35	426
	350 (Hombres)	10,04	2,87	497
Espinaca	300 (Mujeres)	10,48	3,5	408
	350 (Hombres)	10,48	3	476

*IDR: Ingesta diaria recomendada (EFSA, 2019). *IDE: Ingesta diaria estimada.

Microelementos y elementos traza

Teniendo en cuentas las ingestas diarias recomendadas por las diferentes instituciones, el aporte de cobre, hierro y manganeso varía entre 2 – 5 % en las hamburguesas vegetarianas. En el caso de los productos cárnicos el mayor porcentaje de contribución lo presenta el zinc entre 3 – 4 %. Mientras que el molibdeno presenta porcentajes de contribución de 13,8 y 20 % en hamburguesas de remolacha y espinacas, respectivamente (Tabla 4) (EFSA, 2019). Estos resultados son bajos en cuanto a su porcentaje de contribución a las IDRs de los metales estudiados, a excepción del molibdeno, en el que podemos considerar que el consumo de estas hamburguesas vegetales supone un buen aporte de contribución a la IDR de este metal para el consumidor.

Generalmente los productos animales, frutas y muchos vegetales son bajos en molibdeno, sin embargo, el contenido de este metal puede variar considerablemente en los alimentos, debido a que depende del contenido en el suelo y a otras condiciones ambientales. La

toxicidad de molibdeno puede producir síntomas similares a la gota, produciendo a su vez un aumento de los niveles séricos de ácido úrico. (García-Casal, 2013), pero para que pudiera existir dicho efecto deletéreo habría que consumir varios órdenes de magnitud por encima de la IDR de este metal.

Tabla 4. Aporte de microelementos a la IDR.

Grupo	IDR (mg/d)	IDE (mg/d)	% Cu	Ingesta máx. al día (g)
Cárnicos	1,3 (Mujeres)	0,0134	1,03	1382
	1,6 (Hombres)	0,0134	0,84	1702
Remolacha	1,3 (Mujeres)	0,0524	4,03	354
	1,6 (Hombres)	0,0524	3,27	435
Espinaca	1,3 (Mujeres)	0,0616	4,74	301
	1,6 (Hombres)	0,0616	3,85	371
Grupo	IDR (mg/d)	IDE (mg/d)	% Fe	Ingesta máx. al día (g)
Cárnicos	7 (Mujeres)	0,221	3,16	452
	6 (Hombres)	0,221	3,68	387
Remolacha	7 (Mujeres)	0,241	3,44	414
	6 (Hombres)	0,241	4,01	355
Espinaca	7 (Mujeres)	0,271	3,85	368
	6 (Hombres)	0,271	4,51	3,15
Grupo	IDR (mg/d)	IDE (mg/d)	% Zn	Ingesta máx. al día (g)
Cárnicos	6,2 (Mujeres)	0,25	4,03	356
	7,5 (Hombres)	0,25	3,33	431
Remolacha	6,2 (Mujeres)	0,156	2,52	568
	7,5 (Hombres)	0,156	2,1	688
Espinaca	6,2 (Mujeres)	0,156	2,52	568
	7,5 (Hombres)	0,156	2,1	688
Grupo	IDR (µg/d)	IDE (mg/d)	% Mo	Ingesta máx. al día (g)
Cárnicos	65	0,00033	0,51	2826
Remolacha		0,009	13,85	103
Espinaca		0,013	20	71
Grupo	IDR (mg/d)	IDE (mg/d)	% Mn	Ingesta máx. al día (g)
Cárnicos	3	0,00143	0,04	30000
Remolacha		0,0654	2,18	655
Espinaca		0,0857	2,86	500

*IDR: Ingesta diaria recomendada (EFSA, 2019). *IDE: Ingesta diaria estimada.

Con respecto al níquel, se ha determinado una ingesta diaria admisible (IDA) de 0,196 mg/día, a partir de su parámetro de referencia (EFSA, 2015). Considerando el consumo de 100 g a la semana de estos productos supondría un aporte de 5 – 6 % y 0, 22 % para hamburguesas vegetarianas y productos cárnicos, respectivamente (Tabla 5), por lo que

no existiría riesgo tóxico para el consumidor, de igual manera que en el caso del B, Ba y Sr cuyos porcentajes de aporte a la IDA llegan a ser mucho menores.

Tabla 5. Aporte de microelementos a la IDA.

Grupo	IDA (mg/d)	IDE (mg/d)	% B	Ingesta máx. al día (g)
Cárnicos	17	0,0011	0,006	226666
Remolacha		0,133	0,78	1818
Espinaca		0,108	0,64	2245
Grupo	IDA (mg/d)	IDE (mg/d)	% Ba	Ingesta máx. al día (g)
Cárnicos	14	0,00371	0,026	53846
Remolacha		0,011	0,078	18181
Espinaca		0,0102	0,073	19444
Grupo	IDA (mg/d)	IDE (mg/d)	% Sr	Ingesta máx. al día (g)
Cárnicos	9,1	0,00386	0,042	33703
Remolacha		0,039	0,43	3345
Espinaca		0,032	0,35	4117
Grupo	IDA (mg/d)	IDE (mg/d)	% Ni	Ingesta máx. al día (g)
Cárnicos	0,196	0,000428	0,22	6533
Remolacha		0,00957	5,0	292
Espinaca		0,011	5,6	254

*IDR: Ingesta diaria recomendada (EFSA, 2015; IOM, 2001; SCHER, 2012; WHO, 2010). *IDE: Ingesta diaria estimada.

Metales tóxicos

En la Tabla 6 se recogen los valores de ingesta tolerable por las diferentes instituciones, con estos valores y sabiendo las concentraciones de cada metal tóxico, se puede calcular la cantidad de hamburguesas vegetarianas y productos cárnicos que habría que consumir para alcanzar la ingesta diaria admisible (IDA) de Al, Cd y Pb.

Tabla 6. Valores de referencia de metales tóxicos.

	Al	Cd	Pb
Referencia	EFSA 2011	EFSA 2011	AESAN 2012
Valor	1 mg/kg/semana (TWI)	2,5 µg/Kg/semana (TWI)	0,5 µg/kg/día (TDI)
IDA	10 mg/d	25 µg/d	35 µg/d

*Suponiendo persona adulta de 70 kg; **TWI**: Ingesta semanal tolerable; **TDI**: Ingesta diaria tolerable; **IDA**: Ingesta diaria admisible.

Se ha determinado la cantidad de hamburguesas vegetarianas y productos cárnicos que habría que consumir al día para que exista un posible riesgo tóxico por la ingesta de estos metales. En la Tabla 7 se observa que la ingesta máxima al día para que ocurriera algún efecto perjudicial es muy alta, por lo que se puede decir que no existe riesgo de aparición de efectos tóxicos por estos metales.

Tabla 7. Ingestas máximas diarias.

Grupo	Ingesta máxima al día		
	Al	Cd	Pb
Cárnicos	4784 g	6250 g	2333 g
Remolacha	2053 g	2500 g	583 g
Espinaca	1715 g	1250 g	700 g

5. CONCLUSIONES

A partir de los resultados de este trabajo se pueden sacar las siguientes conclusiones:

- a. Las concentraciones de macroelementos (Ca, Na, K, Mg) presentes en las hamburguesas vegetarianas son mayores. Las concentraciones de Fe, B, Cu, Mn y Sr han sido muy superiores en las hamburguesas vegetarianas. Mientras que el nivel medio de Zn ha sido mayor en los productos cárnicos.
- b. En las hamburguesas vegetarianas las concentraciones de metales tóxicos (Al, Cd, Pb) son superiores que en los productos cárnicos. Cabe destacar el Al con respecto al Cd y Pb, debido a que este presenta un nivel medio muy superior.
- c. Considerando un consumo medio de 100 g a la semana y teniendo en cuenta los valores de referencia emitidos para los macronutrientes y micronutrientes, los metales presentan porcentajes de contribución a las IDRs bajos, siendo más bajos en los productos cárnicos que en las hamburguesas vegetarianas. Sin embargo, en el Mo se eleva dicho porcentaje, presentando un 20% en las hamburguesas de espinacas.

- d. Las ingestas máximas diarias de metales tóxicos (Al, Cd, Pb) son excesivamente altas por lo que no habría riesgo de intoxicación si el consumo se mantiene en unos niveles normales, tanto para hamburguesas vegetarianas y productos cárnicos. Sin embargo, se tendría que consumir mayor cantidad de productos cárnicos al día que hamburguesas vegetarianas para alcanzar la ingesta diaria admisible (IDA).

6. BIBLIOGRAFIA

Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición (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 of proposals for migration limits of certain heavy metals and other elements from ceramic articles intended to come into contact with foodstuffs. *Rev. Com. Científico*, 16, 11-20.

Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición (AESAN). (2015). Metales pesados. http://www.aecosan.msssi.gob.es/AECOSAN/web/seguridad_alimentaria/subdetalle/metales_pesados.htm. Acceso 7 abril 2020.

Barregård, L., Svalander, C., Schütz, A., Westberg, G., Sällsten, G., Blohmé, I., ... & Haglind, P. (1999). Cadmium, mercury, and lead in kidney cortex of the general Swedish population: a study of biopsies from living kidney donors. *Environmental Health Perspectives*, 107(11), 867-871.

Barman, S. C., & Bhargava, S. K. (1997). Accumulation of heavy metals in soil and plants in industrially polluted fields. *Ecological issues and environmental impact assessment*, Gulf Publishing Company, Houston, Texas, 289-314.

Cabrera, D. M. (2007). Repercusiones de la comida rápida en la sociedad. *Trastornos de la conducta alimentaria*, (6), 635-659.

Chávez, O. H. O., & Díaz, S. F. (2013). Consumo de comida rápida y obesidad, el poder de la buena alimentación en la salud/Fast Food Intake The Power of Good Food. *RIDE Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 4(7), 176-199.

EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain (CONTAM). (2011). Statement on tolerable weekly intake for cadmium. *EFSA Journal*, 9(2), 1975.

EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain (CONTAM). (2015). Scientific Opinion on the risks to public health related to the presence of nickel in food and drinking water. *EFSA Journal*, 13(2), 4002.

EFSA (2019) Dietary references values for EU. Adults Both Genders All ages. <http://www.efsa.europa.eu/en/interactive-pages/drvs>. Acceso 19 Feb 2020.

Food and Nutrition Board, Institute of Medicine. (2001). Dietary reference intakes for vitamin A, vitamin K, arsenic, boron, chromium, copper, iodine, iron, manganese, molybdenum, nickel, silicon, vanadium, and zinc. *National Academy of Medicine*.

García-Casal, M., Landaeta, M., De Baptista, G., Murillo, C., Rincón, M., & Rached, L. (2013). Valores de referencia de hierro, yodo, zinc, selenio, cobre, molibdeno, vitamina C, vitamina E, vitamina K, carotenoides y polifenoles para la población venezolana. *Archivos Latinoamericanos de Nutricion*, 64(3), 338–361.

Hamasalim, H. J., & Mohammed, H. N. (2013). Determination of heavy metals in exposed corned beef and chicken luncheon that sold in Sulaymaniah markets. *Afr J Food Sci*, 7(7), 178-82.

Kučera, J., Bencko, V., Sabbioni, E., & Van der Venne, M. T. (1995). Review of trace elements in blood, serum and urine for the Czech and Slovak populations and critical evaluation of their possible use as reference values. *Science of the total environment*, 166(1-3), 211-234.

Marrero Torres, G. (2019). Metales en alimentos cárnicos procesados. Evaluación del riesgo toxicológico.

Padrón, P., Paz, S., Rubio, C., Gutiérrez, Á. J., González-Weller, D., & Hardisson, A. (2020). Trace Element Levels in Vegetable Sausages and Burgers Determined by ICP-OES. *Biological Trace Element Research*, 194(2), 616-626.

Reyes, Y., Vergara, I., Torres, O., Lagos, M. D., & Jimenez, E. E. G. (2016). Contaminación por metales pesados: Implicaciones en salud, ambiente y seguridad alimentaria. *Ingeniería Investigación y Desarrollo: I2+ D*, 16(2), 66-77.

SCHER-Scientific Committee on Health and Environmental Risks. (2012). Assessment of the tolerable daily intake of barium. *European Commission*.

Vega-Franco, L., Alvear, G., & Meza-Camacho, C. (1994). La cerámica vidriada como factor de riesgo de exposición al plomo. *Salud Pública de México*, 36(2), 148-153.

Vollmann, J., Lošák, T., Pachner, M., Watanabe, D., Musilová, L., & Hlušek, J. (2015). Soybean cadmium concentration: validation of a QTL affecting seed cadmium accumulation for improved food safety. *Euphytica*, 203(1), 177-184.

WHO (World Health Organization) (2010) Strontium and strontium compounds. *CICADs* 77:1–63

Ybanez, N., Montoro, R., & Caroli, S. (1996). Trace element food toxicology: An old and ever-growing discipline. *Critical Reviews in Food Science & Nutrition*, 36(4), 299-320.