



Universidad
de La Laguna



Facultad de Farmacia
UNIVERSIDAD LA LAGUNA

METALES EN ALIMENTOS CÁRNICOS PROCESADOS. EVALUACIÓN DEL RIESGO TOXICOLÓGICO

METALS IN MEAT PROCESSED FOODS. TOXICOLOGICAL RISK EVALUATION

GEMMA MARRERO TORRES

16 DE JUNIO DE 2019

MÁSTER UNIVERSITARIO EN SEGURIDAD Y CALIDAD DE LOS ALIMENTOS, ULL.

TRABAJO DE FIN DE MÁSTER.

TUTOR ACADÉMICO: ÁNGEL J. GUTIÉRREZ FERNÁNDEZ

RESUMEN

En España, el 34,15% del consumo total de carne procede de los productos cárnicos procesados, entendidos como productos alimenticios resultantes de la trituración y mezcla de despojos y carne deshuesada que han sido sometidos a tratamiento térmico. Estos alimentos pueden ser contaminados por metales pesados que procedan o bien de la contaminación de la materia prima por contaminación ambiental, transferencia de metales procedentes de la maquinaria utilizada en el tratamiento tecnológico o del propio envase en que se comercializa.

En este trabajo se estudian las concentraciones de 3 metales tóxicos (Al, Pb, Cd), 4 macroelementos (K, Na, Ca y Mg) y 12 microelementos y elementos trazas (B, Ba, V, Mo, Fe, Cu, Zn, Mn, Ni, Sr, Li y Co) en un total de 45 muestras de carne procesada tipo "corned beef" de tres marcas diferentes (JSP, EL CARRO Y OLCA), con la finalidad de determinar si dichas concentraciones son adecuadas o no para su consumo utilizando indicadores como la ingesta diaria admisible (IDA) o la ingesta diaria recomendada (IDR).

Se obtuvo la existencia de diferencias significativas entre las concentraciones de los metales estudiados en las diferentes marcas y que, teniendo en cuenta los valores de consumo medio diarios de producto cárnico procesado de la AECOSAN, no existiría riesgo para la salud del consumidor.

ABSTRACT

In Spain, 34.15% of the total consumption of meat comes from processed meat products, understood as food products resulting from the crushing and mixing of offal and boneless meat that have been subjected to heat treatment. These foods can be contaminated by heavy metals that come either from contamination of the raw material due to environmental contamination, transfer of metals from the machinery used in the technological treatment or from the packaging in which it is marketed.

In this work the concentrations of 3 toxic metals (Al, Pb, Cd), 4 macroelements (K, Na, Ca and Mg) and 12 microelements and trace elements (B, Ba, V, Mo, Fe, Cu, Zn) are studied. , Mn, Ni, Sr, Li and Co) in a total of 45 samples of processed meat type "corned beef" from three different brands (JSP, EL CARRO Y OLCA), in order to determine if these concentrations are adequate or not using indicators such as the allowable daily intake (ADI) or the recommended daily intake (RDI).

The existence of significant differences between the concentrations of the metals studied in the different brands was obtained and that, taking into account the values of average daily consumption of processed meat product of the AECOSAN, there would be no risk to the health of the consumer.

PALABRAS CLAVE

Metales pesados, producto cárnico procesado, carne de vacuno, tóxico, evaluación del riesgo.

KEYWORDS

Heavy metals, processed meat product, corned beef, toxic, risk evaluation.

ÍNDICE

1.- INTRODUCCIÓN	4
2.- OBJETIVOS	7
3.- MATERIALES Y MÉTODOS	9
3.1.- DISEÑO EXPERIMENTAL Y MUESTRAS EN ESTUDIO	9
3.2.- PERIODO DE ESTUDIO	9
3.3.- MATERIAL Y EQUIPO DE LABORATORIO.....	10
3.4.- REACTIVOS Y DISOLUCIONES	10
3.5.- TRABAJO DE LABORATORIO	10
3.6.- ANÁLISIS ESTADÍSTICO	11
4.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN	13
4.1.- METALES TÓXICOS.....	13
4.2.- MACROELEMENTOS	17
4.3.- MICROELEMENTOS Y TRAZAS.....	20
4.4.- CORRELACIONES METÁLICAS.....	27
5.- CONCLUSIONES	29
6.- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	31



INTRODUCCIÓN

INTRODUCCIÓN

Los metales pesados son elementos químicos que presentan una densidad relativamente alta y pueden presentar cierta toxicidad para el ser humano. La peligrosidad de estos metales es debida a que no son química ni biológicamente degradables por lo que, una vez emitidos al ambiente, permanecen en él, contaminando el suelo y acumulándose a lo largo de la cadena alimentaria. (Reyes, YC. et al., 2016; AECOSAN, 2019)

La principal vía de exposición de estos metales para los seres humanos es, por lo general, la alimentaria. La distinción entre metales esenciales y tóxicos no resulta sencilla, debido a que un mismo metal, dependiendo de la dosis, se puede comportar de ambas maneras, resultando o bien totalmente necesario para el desarrollo de la vida y el correcto funcionamiento del organismo o, por el contrario, tener efectos tóxicos para el mismo. Ante lo anteriormente expuesto, metales como el hierro o el zinc se consideran esenciales para el ser humano, mientras que el cadmio o el plomo son considerados contaminantes medioambientales tóxicos presentes en alimentos (Navas et al., 1984; Blanco Jiménez et al., 1991, González weller, D. et al., 2003; Frías et al., 2008; Gutiérrez, AJ et al., 2008; González weller, D. et al., 2009)

En este trabajo se han determinado los niveles de metales pesados en productos cárnicos procesados, los cuales son definidos por el Decreto 2484/1967, de 21 de septiembre sobre el texto del Código Alimentario Español como “productos alimenticios preparados total o parcialmente con carnes o despojos de las especies autorizadas en el código alimentario español para tal fin y sometidos a operaciones específicas antes de su puesta al consumo”. Más concretamente, la norma CODEX STAN 88-1981 del Codex Alimentarius define a la carne tipo “corned beef” como aquella “carne de vacuno picada, curada y deshuesada, que puede incluir carne de cabeza, corazón y carrillada”. La FAO los clasifica como “productos cárnicos precocinados o cocinados”, puesto que en su fabricación se establecen dos fases de tratamiento térmico, consistiendo el primero en el precocinado de los materiales cárnicos crudos y, el segundo, en la cocción de la mezcla resultante final. (Gutiérrez, A. et al., 2008; Codex Alimentarius, 2015; FAO 2019)

Según datos publicados por la Agencia Española de Consumo Seguridad Alimentaria y Nutrición (AECOSAN), el consumo de carne y productos cárnicos en la población española asciende a 164 g/pc/día, de los cuales aproximadamente 56 g/pc/d se corresponden con el consumo de productos cárnicos procesados, es decir, un 34.15% del consumo total de carne. (AECOSAN, 2015; Olmedilla 2015)

La concentración final de elementos metálicos en los derivados cárnicos puede ser debida a diferentes factores tales como son, la presencia de dichos metales en las materias primas y aditivos empleados para la elaboración de los productos (especias, agua) o el tratamiento tecnológico empleado en su fabricación y, por tanto, los metales y aleaciones de los equipos empleados en el mismo, de manera que, por ejemplo, la práctica del deshuesado o el proceso de picado de la carne de manera mecánica puede elevar los niveles de plomo y cadmio con respecto a la carne de partida. (Forschner et al., 1981; Jelinek, 1982; Sola Azcoiti y Martín Pérez, 1996; Gutiérrez, AJ et al., 2008; Rodríguez Marín, MN, 2015).

Otros factores que afectan al incremento de la concentración de elementos metálicos en la materia prima es la contaminación del forraje, los pastos y del agua de bebida del ganado como consecuencia del aumento de la contaminación ambiental debida a los avances tecnológicos, las actividades industriales y el aumento del tráfico (Cantoni et al., 1975; Dazzi et al., 1982; Truffert, 1972; Navas et al., 1984; Harlia, E et al., 2010)

Sin embargo, la contaminación por metales pesados no se detiene en el procesado del alimento, de manera que, una vez finalizado el proceso, son susceptibles de ser contaminados. En este punto resulta de vital importancia las características fisicoquímicas de los tipos de envases utilizados, es decir, la forma y los materiales de envasado. En las latas de hojalata, la principal fuente de contaminación por plomo provenía de la soldadura plomo-estaño, por lo que el grado de contaminación en este tipo de envases era mayor que en aquellos en los que se utilice un cierre por soldadura eléctrica. (Allouf et al., 1976; Meah, 1991; Gutiérrez, AJ et al., 2008)

Tanto la composición de la carne en cuanto a contenido de grasa, músculo y tejido conectivo, como la localización que presentan estas partes en el envase, son factores que afectan al contenido de elementos metálicos (Parisi et al., 1985; HJ Hamasalim et al., 2013).

En este trabajo se estudian las concentraciones de 3 metales tóxicos (Al, Pb, Cd), 4 macromelementos (K, Na, Ca y Mg) y 12 microelementos y elementos trazas (B, Ba, V, Mo, Fe, Cu, Zn, Mn, Ni, Sr, Li y Co) en un total de 45 muestras de carne procesada tipo "corned beef" de tres marcas diferentes (JSP, EL CARRO Y OLCA), con la finalidad de determinar si dichas concentraciones son adecuadas o no para su consumo utilizando indicadores como la ingesta diaria admisible (IDA), definida como la dosis de una sustancia que una persona puede consumir diariamente sin que origine problemas para la salud, o la ingesta diaria recomendada (IDR), entendida como los niveles de nutrientes considerados esenciales que se deben consumir diariamente a lo largo de toda la vida para cubrir las necesidades de las personas sanas.



OBJETIVOS

OBJETIVOS

En base a lo anteriormente expuesto, se han descrito los siguientes objetivos para abordar en este Trabajo de Fin de Máster:

- 1.- Determinar el contenido de metales tóxicos (Al, Pb y Cd), macroelementos (K, Na, Ca y Mg), microelementos y elementos trazas (B, Ba, V, Mo, Fe, Cu, Zn, Mn, Ni, Sr, Li y Co) en las diferentes marcas de carne de vacuno procesada tipo "corned beef" en estudio.
- 2.- Comparar estadísticamente las concentraciones de metales halladas y obtener, en caso de haberlas, diferencias significativas en cuanto a su contenido según la marca comercial.
- 3.- Determinar si para los metales tóxicos, las muestras analizadas, superan la cantidad máxima permitida de conformidad con la normativa vigente de aplicación.
- 4.- Establecer las correlaciones entre los metales analizados



MATERIAL Y MÉTODOS

DISEÑO EXPERIMENTAL Y MUESTRAS EN ESTUDIO

El diseño experimental se basó en el análisis de un total de 45 muestras de producto cárnico procesado, concretamente del producto denominado comúnmente como tipo “corned beef”. El objetivo principal fue analizar la concentración de metales tóxicos (Al, Pb y Cd), macroelementos (K, Na, Ca y Mg), microelementos y elementos traza (B, Ba, V, Mo, Fe, Cu, Zn, Mn, Ni, Sr, Li y Co). Con ello, posteriormente, se realizó una evaluación del riesgo toxicológico, basándose en valores conocidos de IDA (Ingesta diaria admisible) y una evaluación nutricional teniendo en cuenta la IDR (Ingesta diaria recomendada) de los metales esenciales.

Se eligió un total de 3 marcas y de cada una de ella se analizaron 15 muestras diferentes tal y como podemos observar en la tabla 1:

Tabla 1.- Marcas en estudio, número de muestras y composición

MARCA	Nº MUESTRAS	COMPOSICIÓN
JSP	15	Carne vacuna cocida (86%), carne de vacuno (10%), sal, azúcar y conservantes (Nitrito de sodio)
EL CARRO	15	Carne vacuna 98,5% (carne de vacuno 57%, menudos de vacuno), sal y conservante (nitrito de sodio)
OLCA	15	Carne vacuna 57% origen UE, menudos de vacuno), sal y conservante (nitrito de sodio)

PERIODO DE ESTUDIO

El análisis se realizó en el Área de toxicología de la Universidad de La Laguna durante los meses de marzo y mayo del 2019, mientras que los datos estadísticos y la confección de la memoria se llevaron a cabo entre los meses de mayo y junio, respectivamente.

MATERIAL Y EQUIPO DE LABORATORIO

Para la realización de los diferentes análisis se requirió del siguiente material:

- Cápsulas de porcelana
- Varillas de vidrio
- Frascos de polipropileno de 100 mL.
- Matraces aforados de 25 mL y 1L.
- Probetas de 100 mL.
- Vasos de precipitado de 100 mL.
- Pipetas Pasteur
- Embudo de cristal
- Balanza analítica de la marca Mettler Toledo classic plus, modelo PB153-S/FACT
- Placa calefactora de temperatura regulable
- Estufa marca J.P. Selecta, S.A.
- Horno mufla marca Nabertherm, modelo L9/ 11/ C6
- Espectrofotómetro de absorción atómica, IPC óptico.
- Material general de laboratorio (papel de filtro, guantes, rotuladores)

REACTIVOS Y DISOLUCIONES

- Agua destilada
- Ácido nítrico 65%
- Disolución ácido nítrico 1,5%
- Detergente para uso de laboratorio
- Solución patrón para el espectrofotómetro de absorción atómica

TRABAJO DE LABORATORIO

Para la determinación de metales pesados se pesaron 15 gramos de cada muestra, previamente homogenizada, en crisoles de porcelana utilizando material de vidrio y/o plástico, evitando así su contaminación por transferencia metálica. Las muestras se introdujeron en una estufa a 80°C durante 24 horas, con la finalidad de desecarlas.

Una vez transcurrido este tiempo, se adicionó ácido nítrico al 65% con ayuda de una pipeta pasteur y se colocaron en una placa calefactora a 100°C hasta que todo el ácido nítrico se hubiese evaporado. A continuación, las muestras se introdujeron en un horno mufla y se incineraron hasta la obtención de cenizas blancas a una temperatura de 450°C ± 25°C, con el fin de mineralizar las muestras y, por lo tanto, eliminar totalmente la materia orgánica de las mismas. La programación del horno mufla consistió en un aumento de la temperatura de manera exponencial durante 24 horas hasta alcanzar los 450°C y, una vez alcanzada dicha temperatura, se mantuvieron las condiciones de incineración durante 24 horas más.

Las cenizas blancas obtenidas con este procedimiento se filtraron y disolvieron en ácido nítrico al 1.5% en matraces aforados de 25 mL, depositando la disolución resultante en botes plásticos de propileno correctamente identificados.

En el caso de que con el primer ciclo de incineración aún quedasen restos de materia orgánica, las muestras eran sometidas a una reincineración, previa adición y evaporación nuevamente de ácido nítrico al 65%.

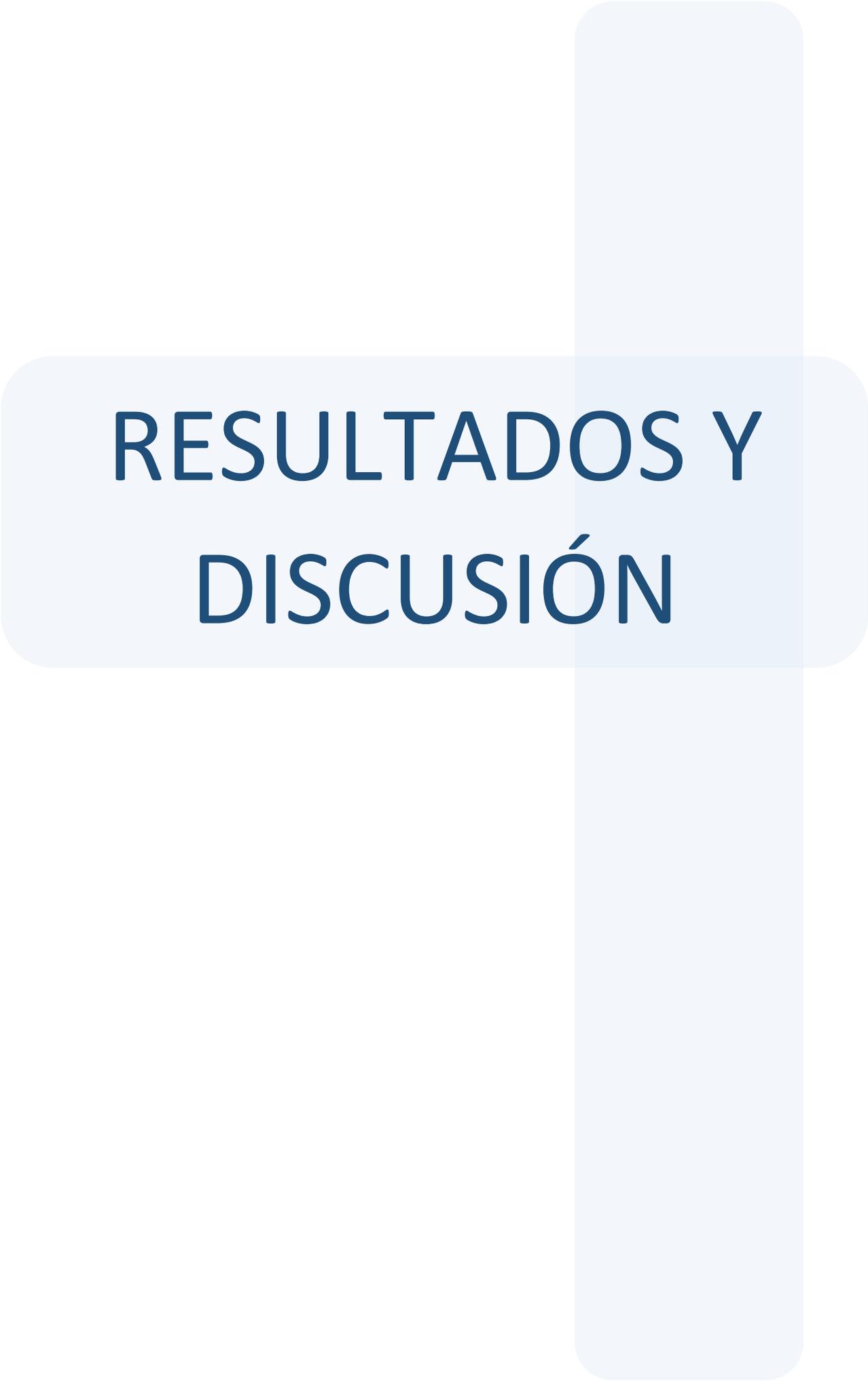
Finalmente, las muestras se analizaron, en el laboratorio de Salud Pública de la Consejería de Sanidad del Gobierno de Canarias, mediante un espectrómetro de emisión óptica con plasma acoplado inductivamente (ICP-OES) para la obtención de los valores numéricos de las concentraciones de los distintos metales.

A partir de estos datos se obtuvieron las concentraciones metálicas en mg/Kg de alimento, multiplicando el valor que aportaba el ICP-OES (en mg/Kg) por los mL de agua en que se diluyeron las muestras (25) y dividiendo por el peso de muestra fresco pesado (15 gramos).

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Con el objetivo de comprobar la normalidad de los datos y la existencia o ausencia de diferencias significativas y/o correlación entre los diferentes metales y las marcas en estudio, se llevó a cabo un análisis estadístico, mediante el programa IBM SPSS STATISTICS 24.0. Dentro de este programa se realizó, en primer lugar, el test Kolmogorov-Smirnov para la normalidad de los datos, y el estadístico de Levene para la homogeneidad de las varianzas. Una vez comprobada la normalidad o no de dichos datos, se pasó a la realización de los distintos test paramétricos, o no paramétricos, según el caso.

Debido a que los datos a tratar en este trabajo presentaban ausencia de normalidad o de homogeneidad de las varianzas, se realizaron test no paramétricos, concretamente el test de Kruskal Wallis complementado, en el caso de existencia de diferencias significativas, con el test U de Mann Whitney.



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

METALES PESADOS

Tras el tratamiento y los ensayos realizados en las muestras de carne tipo “corned beef” motivo de estudio en este trabajo se obtuvieron resultados de concentraciones para los diferentes metales. Estos se analizarán y discutirán divididos en tres categorías diferentes: metales tóxicos, macroelementos y microelementos y elementos trazas.

METALES TÓXICOS

En primer lugar, se analizan las concentraciones medias de los diferentes metales tóxicos (Al, Cd y Pb) obtenidos para las tres marcas de carne tipo “corned beef” en estudio (Tabla 2). Se observa que tanto el aluminio como el cadmio se presentan en mayor concentración en las muestras de carne de la marca JSP (2,502 y 0,006 mg/Kg), seguida de la marca OLCA (1,791 y 0,005 mg/Kg) y, finalmente, la marca EL CARRO (1,684 y 0,002 mg/Kg). En cuanto a las concentraciones de plomo, estas son mayores en la marca OLCA (0,027 mg/Kg), seguidas de la marca JSP (0,018 mg/Kg) y en última estancia de la marca EL CARRO (0,013 mg/Kg).

Tabla 2.- Concentraciones medias de metales tóxicos para las muestras “corned beef” por marca.

MARCA	PARÁMETROS	Al (mg/Kg)	Cd (mg/Kg)	Pb (mg/Kg)
JSP	Media y desviación típica	2,502 ± 2,224	0,006 ± 0,011	0,018 ± 0,022
EL CARRO	Media y desviación típica	1,683 ± 0,596	0,002 ± 0,0004	0,013 ± 0,002
OLCA	Media y desviación típica	1,791 ± 1,151	0,005 ± 0,008	0,027 ± 0,034

Al comparar estos datos con otros autores, observamos que las muestras de carne objeto de estudio y comercializadas en España presentan concentraciones medias de cadmio (Tabla 3) y plomo (Tabla 4) en niveles muy inferiores a los obtenidos por HJ Hamasalim et al., en el año 2013, en Iraq. En cuanto al aluminio, no se han encontrado estudios que arrojen datos sobre el contenido de dicho metal en este tipo de alimentos para realizar la comparación.

Tabla 3.- Concentración de cadmio en muestras de tipo "corned beef" comercializada en España e Iraq.

Metal	Marca	País	Concentración (mg/Kg)	Referencia
Cadmio (Cd)	JSP	España	0,006 ± 0,011	Nuestro estudio, 2019
	El Carro		0,002 ± 0,0004	
	Olca		0,005 ± 0,008	
	A	Iraq	0,07 ± 0,004	HJ Hamasalim et al., 2013
	B		0,06 ± 0,001	
	C		0,27 ± 0,060	
	D		0,20 ± 0,050	

Tabla 4.- Concentración de plomo en muestras tipo “corned beef” comercializada en España e Iraq.

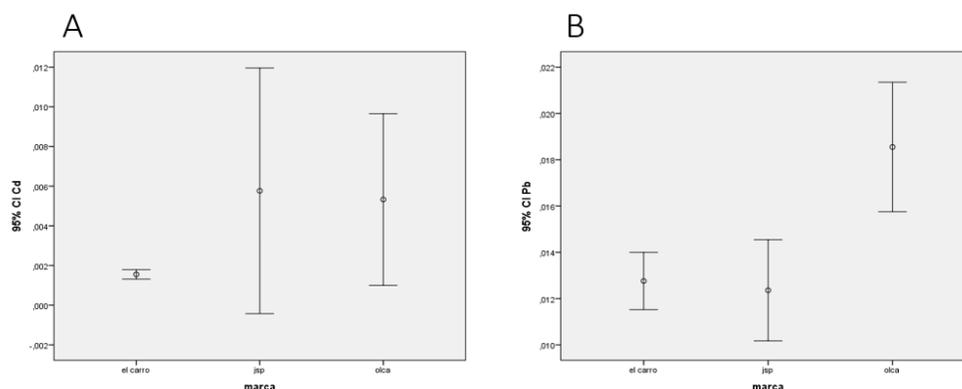
Plomo (Pb)	JSP	España	$0,018 \pm 0,022$	Nuestro estudio, 2019
	El Carro		$0,013 \pm 0,002$	
	Olca		$0,027 \pm 0,034$	
	A	Iraq	$0,53 \pm 0,020$	HJ Hamasalim et al., 2013
	B		$0,61 \pm 0,020$	
	C		$1,53 \pm 0,035$	
	D		$2,07 \pm 0,060$	

Estas variaciones se explicarían debido a que las concentraciones de plomo y cadmio dependen del tratamiento y procesado de la carne, la distribución heterogénea del alimento y de las condiciones ambientales de la zona (Reilly 1991; González Weller, D. et al., 2007; Gutiérrez, AJ et al., 2008)

Con los datos obtenidos de los análisis, se realizaron los estudios estadísticos pertinentes atendiendo a la naturaleza de los datos. Con el test de Kruskal Wallis se observó que la concentración de aluminio no presentaba diferencias significativas frente a los grupos de estudio, es decir, el nivel de significación es superior a 0,05.

Por el contrario, tanto las concentraciones de cadmio como de plomo presentaban diferencias estadísticamente significativas entre ellas, por lo que se realizó el test de U de Mann Whitney, obteniéndose que, para el plomo, existen diferencias (nivel de significación menor a 0,05) entre la marca OLCA y las marcas JSP y EL CARRO, conformando estas dos últimas un único grupo (Gráfica 1B) y correspondiendo la marca independiente con la que mayor concentración de plomo presenta en las muestras analizadas ($0,027 \pm 0,034$ mg/Kg).

En el caso del cadmio, se obtuvo una diferenciación de dos grupos coincidiendo con los anteriormente expuestos, es decir, la marca OLCA de manera independiente y las marcas JSP y EL CARRO como un grupo único. Estos resultados no se observan de una manera clara en la representación gráfica (Gráfica 1A) debido al amplio rango de variación de valores que presentaron las muestras analizadas para la marca JSP, obteniendo valores mínimos de 0,0016 mg/Kg y máximos de 0,0033 mg/Kg.



Gráfica 1.- Concentración de Cadmio (A) y Plomo (B) frente a las diferentes marcas de carne tipo “corned beef” en estudio (EL CARRO, JSP y OLCA).

Estos elementos son considerados importantes tóxicos alimentarios, por lo que el conocimiento del posible riesgo al que se somete la población expuesta es importante. Para realizar dicha evaluación es necesario conocer los valores máximos estipulados por la legislación.

Tabla 5.- Valores de referencia para los diferentes metales tóxicos en estudio.

Elemento	CMA (mg/Kg de peso fresco) ⁽³⁾	Legislación	PTWI
Cadmio	0.05 ⁽¹⁾	Reglamento (CE) N° 1881/2006, de 19 de diciembre de 2006, con modificación en Reglamento (UE) N° 488/2014 de la comisión de 12 de mayo de 2014	2,5 µg/kg/s (CONTAM panel, 2009)
Plomo	0.5 ⁽¹⁾		0,5 µg/kg/d (CONTAM panel, 2010) ⁽²⁾
Aluminio	-		1 mg/Kg/semana (EFSA, 2017)

(1): Concentraciones máximas extraídas de la categoría “carne de bovino, ovinos, cerdos y aves de corral, incluido los despojos”, por ser la carne de bovino el principal componente utilizado en la elaboración del producto en estudio.

(2): En el 2010, las agencias evaluadoras de riesgo (EFSA y JECFA), retiraron el umbral de seguridad toxicológica establecida para este elemento, por lo que actualmente no hay estipulada una ingesta tolerable admisible. Con motivo de hacer una comparación en este estudio, se utilizará el valor de BMDL01 o dosis Beckman

(3) CMA: Concentración máxima admisible

Al analizar los resultados obtenidos observamos que las concentraciones tanto del plomo como del cadmio no superan los valores máximos fijados por la legislación en ninguna de las marcas en estudio.

Con la información recabada y teniendo en cuenta que la AECOSAN establece el consumo medio de productos cárnicos procesados en 56 gramos por peso corporal por día (g/pc/d), se obtiene la ingesta diaria estimada (IDE), el porcentaje de aporte a la ingesta diaria admisible (IDA) y la ingesta máxima diaria (en gramos), para hombres y mujeres adultas con un peso medio aproximado de 70 Kg y 60 Kg, respectivamente (Tabla 6 – 8).

Tabla 6.- Porcentaje de aporte a la IDA de Aluminio por marca. Se representa, para cada marca, la ingesta diaria admisible (IDA), la ingesta diaria estimada (IDE), el porcentaje contribución de la ingesta de este alimento a la IDA de Aluminio y la cantidad máxima (en gramos) que ha de ingerir una persona en un día para superar los valores máximos de IDA tanto para hombres como para mujer. Para estos cálculos se ha considerado un peso medio en hombres de 70 Kg y de 60 Kg para mujeres. Estos valores se obtienen a partir de los datos de [Al] que presentan las muestras en estudio y la [Al] máxima diaria (0,1428 mg/Kg/d).

Marca	Género	[Al] mg/Kg	[Al] mg/Kg/d	IDA (mg/d)	IDE (mg/d)	%IDA	Máx. ingesta por día (g)
JSP	Hombres	2,502	0,143	9,996	0,140	1,402	3995,59
	Mujeres			8,568	0,140	1,635	3424,79
EL CARRO	Hombres	1,683		9,996	0,094	0,943	5939,85
	Mujeres			8,568	0,094	1,100	5091,30
OLCA	Hombres	1,792		9,996	0,100	1,004	5579,56
	Mujeres			8,568	0,100	1,171	4782,48

Tabla 7.- Porcentaje de aporte a la IDA de Cadmio por marca.

Marca	Género	[Cd] mg/Kg	[Cd] mg/Kg/d	IDA (mg/d)	IDE (mg/d)	%IDA	Máx. ingesta por día (g)
JSP	Hombres	0,006	0,0004	0,025	0,0003	1,291	4338,54
	Mujeres			0,021	0,0003	1,506	3718,75
EL CARRO	Hombres	0,002		0,025	0,00009	0,347	16122,58
	Mujeres			0,021	0,00009	0,405	13819,35
OLCA	Hombres	0,005		0,025	0,0003	1,194	4688,56
	Mujeres			0,021	0,0003	1,393	4018,76

Estos valores se obtienen a partir de los datos de [Cd] que presentan las muestras en estudio y la [Cd] máxima diaria (0,000357 mg/Kg/d).

Tabla 8.- Porcentaje de aporte a la BMDL de Plomo por marca.

Marca	Género	[Cd] mg/Kg	[Cd] mg/Kg/d	IDA (mg/d)	IDE (mg/d)	%IDA	Máx. ingesta por día (g)
JSP	Hombres	0,018	0,0005	0,035	0,001	2,858	1959,69
	Mujeres			0,030	0,001	3,334	1679,73
EL CARRO	Hombres	0,013		0,035	0,001	2,042	2742,95
	Mujeres			0,030	0,001	2,382	2351,10
OLCA	Hombres	0,027		0,035	0,002	4,368	1282,05
	Mujeres			0,030	0,002	5,096	1098,90

Se obtienen a partir de los datos de [Pb] que presentan las muestras en estudio y la [Pb] máxima diaria (0,00357 mg/Kg/d).

Se observa que, para ninguno de los metales tóxicos expuestos en ninguna de las muestras en estudio se supera la BMDL, siendo el valor de aporte más alto equivalente a un 1,635% para el Aluminio en la marca JSP y considerando los valores recomendados para mujeres. Estos resultados manifiestan que, con el consumo medio de 56 g/pc/d de productos cárnicos procesados que estima la AECOSAN, no existe riesgo para la salud del consumidor de este tipo de alimento y que, para llegar a sobrepasar la BMDL, un individuo sano con un peso medio de 70 Kg y 60 Kg (hombres y mujeres respectivamente) deberá de consumir más de 3 kg de carne tipo "corned beef" por día, en el caso más restrictivo (Aluminio en marca JSP para mujeres). Para el cadmio se tendría que consumir, en la marca con menor concentración de este elemento (EL CARRO) más de 16 Kg en hombres y 13 Kg en mujeres, por día, para superar la BMDL y, para el plomo, en la misma marca, cantidades superiores a 19 Kg y 16 Kg por día.

MACROELEMENTOS

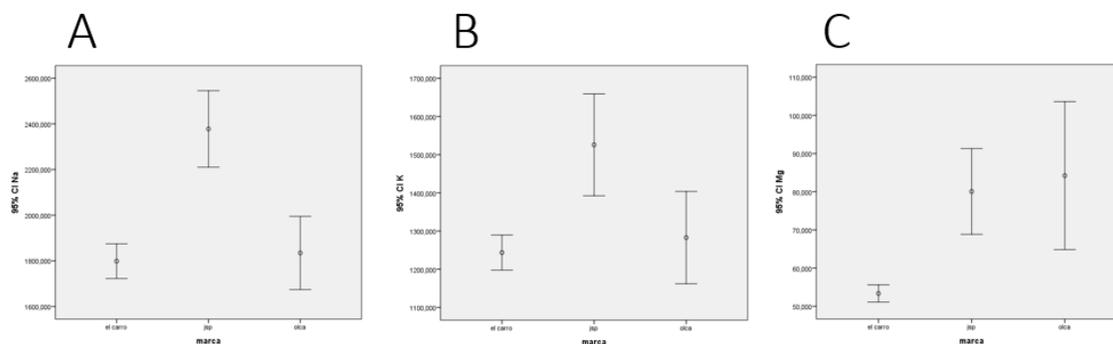
Las concentraciones medias de los diferentes macroelementos (Na, K, Mg y Ca) se representan en la Tabla 9. Se observa que tanto el sodio como el potasio se presentan en mayor concentración en las muestras de carne de la marca JSP (2377,897 y 1525,801 mg/Kg), seguida de la marca OLCA y, finalmente, la marca EL CARRO. En cuanto a las concentraciones de magnesio, son mayores en la marca OLCA (84,210 mg/Kg), seguidas de la marca JSP y, en última instancia, de la marca EL CARRO. La mayor concentración de calcio se obtiene en la marca JSP (168,994 mg/Kg) seguido de EL CARRO y OLCA.

Tabla 9.- Concentraciones medias de macroelementos para las muestras de carne tipo “corned beef” por marca.

MARCA	PARÁMETROS	Na (mg/Kg)	K (mg/Kg)	Mg (mg/Kg)	Ca (mg/Kg)
JSP	Media y desviación	2377,897 ± 302,787	1525,801 ± 240,975	80,056 ± 20,292	133,047 ± 44,862
EL CARRO	Media y desviación	1798,278 ± 137,273	1243,542 ± 82,654	53,351 ± 4,067	148,047 ± 56,799
OLCA	Media y desviación	1834,382 ± 289,965	1282,781 ± 218,348	84,210 ± 35,002	168,994 ± 60,332

A partir de los datos obtenidos en el estudio, se realizaron las pruebas no paramétricas pertinentes. El test de Kruskal Wallis dio como resultado que el calcio no presenta diferencias significativas con los grupos de estudio, mientras que el sodio, el potasio y el magnesio sí que presentaban diferencias estadísticamente significativas, por lo que se realizó el test U de Mann Whitney para estos últimos tres elementos.

Se observa que existen diferencias de concentración para el sodio y el potasio entre las muestras de estudio, conformando dos grupos diferentes (Gráfica 2, A y B). Uno de ellos estaría formado por las marcas OLCA y EL CARRO y otro, independiente, con la marca JSP, siendo esta última la que mayor concentración de dichos macroelementos presenta (2377,897 y 1525,801 mg/Kg). Para el magnesio se observa de igual manera la diferenciación en dos grupos, uno conformado por las marcas JSP y OLCA y otro, independiente, formado por la marca EL CARRO y que se corresponde con la marca que menor concentración de magnesio presentó (53,351 mg/Kg) (Gráfica 2, C).



Gráfica 2.- Concentración de Sodio (A), potasio (B) y magnesio (C) frente a las diferentes marcas de “corned beef”.

Los macroelementos o metales principales son considerados esenciales para el buen desarrollo del organismo. Se encuentran presentes en una alta proporción en los tejidos de seres vivos y deben ser aportados con los alimentos en cantidades superiores a 100 mg/día (Rodríguez Marín, MN, 2015). Debido a ello se establecieron ingestas diarias de referencia (IDR), publicadas por la Federación Española de Sociedades de Nutrición, Alimentación y Dietética (FESNAD) en el 2010, y que se corresponderían, para mujeres y hombres adultos con edades comprendidas entre los 20 y los 59 años de edad con las siguientes: calcio 900 mg/d, potasio 3100 mg/d y sodio 1500 mg/d, para ambos sexos, y magnesio 350 y 300 mg/d, para hombre o mujer, respectivamente.

Con la recopilación de estos datos y el consumo medio diario de productos cárnicos procesados aportado por la AECOSAN, se obtienen los siguientes resultados (Tabla 10 – 13):

Tabla 10.- Resultados del porcentaje de aporte a la IDR del calcio.

Marca	Género	[Ca] (mg/Kg)	IDR (mg/d)	IDE (mg/d)	%IDR	Máx. ingesta por día (g)
JSP	Hombres	133,047	900	7,45	0,827	6764,53
	Mujeres					
EL CARRO	Hombres	148,047		8,29	0,92	6079,15
	Mujeres					
OLCA	Hombres	168,994		9,46	1,05	5325,63
	Mujeres					

Se representa, para cada marca, la ingesta diaria recomendada (IDR), la ingesta diaria estimada (IDE), el porcentaje de aportación o contribución de la ingesta de este alimento a la IDR y la cantidad máxima (en gramos) que ha de ingerir una persona en un día para superar los valores máximos de IDR tanto para hombres como para mujer. Estos valores se obtienen a partir de los datos de [Ca] que presentan las muestras en estudio y la [Ca] máxima diaria (900 mg/d).

Tabla 11.- Resultados del porcentaje de aporte a la IDR del potasio.

Marca	Género	[K] (mg/Kg)	IDR (mg/d)	IDE (mg/d)	%IDR	Máx. ingesta por día (g)
JSP	Hombres	1525,801	3100	85,44	2,76	2031,72
	Mujeres					
EL CARRO	Hombres	1243,542		69,64	2,25	2492,88
	Mujeres					
OLCA	Hombres	1282,781		71,84	2,32	2416,62
	Mujeres					

Estos valores se obtienen a partir de los datos de [K] que presentan las muestras en estudio y la [K] máxima diaria (3100 mg/d).

Tabla 12.- Resultados del porcentaje de aporte a la IDR del sodio.

Marca	Género	[Na] (mg/Kg)	IDR (mg/d)	IDE (mg/d)	%IDR	Máx. ingesta por día (g)
JSP	Hombres	2377,897	1500	133,16	8,877	630,81
	Mujeres					
EL CARRO	Hombres	1798,278		100,7	6,71	834,13
	Mujeres					
OLCA	Hombres	1834,382		102,72	6,848	817,71
	Mujeres					

Estos valores se obtienen a partir de los datos de [Na] que presentan las muestras en estudio y la [Na] máxima diaria (1500 mg/d).

Tabla 13.- Resultados del porcentaje de aporte a la IDR del magnesio.

Marca	Género	[Mg] (mg/Kg)	IDR (mg/d)	IDE (mg/d)	%IDR	Máx. ingesta por día (g)
JSP	Hombres	80,056	350	4,48	1,28	4371,94
	Mujeres		300		1,49	3747,38
EL CARRO	Hombres	53,351	350	2,987	0,85	6560,33
	Mujeres		300		0,99	5623,14
OLCA	Hombres	84,210	350	4,72	1,35	4156,27
	Mujeres		300		1,57	3562,52

Estos valores se obtienen a partir de los datos de [Mg] que presentan las muestras en estudio y la [Mg] máxima diaria (350 (hombres) y 300 (mujeres) mg/d).

Se observa que, para ninguno de los macroelementos expuestos en ninguna de las muestras en estudio se supera la IDR, siendo el valor de contribución a las IDRs más alto equivalente a un 8,877% para el sodio en la marca JSP. El alto nivel de sodio obtenido en esta marca es debido a que, en la propia composición del producto, se especifica que se ha realizado un tratamiento de la carne diferente al de las otras dos marcas y que, por lo tanto, no se descarta la adición de un aporte superior de sal en dicho procesado.

Estos resultados manifiestan que, con el consumo medio de 56 g/pc/d de productos cárnicos procesados que estima la AECOSAN, el consumidor estará aportando, para la marca JSP, un 0,827% de calcio, un 2,76% de potasio, 8,877% de sodio y un 1,28% de magnesio (en el caso de los hombres) o de 1,49% (para las mujeres) de la IDR para estos macroelementos.

Además, se obtuvo que, para alcanzar la IDR se tendría que consumir 6 Kg, 2 Kg, 0,630 Kg y 4 Kg (hombres) ó 3,5 Kg (mujeres) de carne tipo “corned beef” de la marca JSP, por día, para el calcio, potasio, sodio y magnesio, respectivamente.

MICROELEMENTOS Y TRAZAS

Al analizar las concentraciones medias de los microelementos (Tabla 14), se observa que estas son superiores en la marca JSP para el boro, bario, estroncio, vanadio y zinc, mientras que el resto de elementos presentan una mayor concentración en la marca OLCA, manteniéndose EL CARRO en niveles intermedios.

Tabla 14.- Concentraciones medias de los microelementos para las muestras de “corned beef” por marca.

METAL	JSP	EL CARRO	OLCA
	Media y desviación típica	Media y desviación típica	Media y desviación típica
B	0,101 ± 0,14	0,049 ± 0,007	0,059 ± 0,013
Ba	0,34 ± 0,356	0,177 ± 0,069	0,23 ± 0,092
Co	0,0003 ± 0,001	<0,002	0,0006 ± 0,001
Cr	0,131 ± 0,059	0,089 ± 0,036	0,147 ± 0,179
Cu	0,729 ± 0,32	1,149 ± 0,339	1,61 ± 0,23
Fe	13,74 ± 4,23	17,22 ± 1,786	22,19 ± 3,97
Li	0,383 ± 0,143	0,35 ± 0,072	0,51 ± 0,25
Mn	0,121 ± 0,158	0,088 ± 0,008	0,14 ± 0,038
Mo	0,024 ± 0,035	0,023 ± 0,004	0,026 ± 0,004
Ni	0,040 ± 0,022	0,028 ± 0,008	0,048 ± 0,045
Sr	0,329 ± 0,099	0,22 ± 0,108	0,223 ± 0,08
V	0,005 ± 0,008	<0,005	0,003 ± 0,007
Zn	21,568 ± 3,76	13,22 ± 2,506	16,19 ± 1,68

La comparación de estos resultados con otros autores se representa en la tabla 15. Se observa que las muestras de carne objeto de estudio y comercializadas en España presentan concentraciones medias de cobre, hierro y zinc bastante superiores a las obtenidas por HJ Hamasalim et al., en el año 2013, en Iraq.

La concentración de cromo es ligeramente inferior a los resultados del estudio de comparación y los de cobalto del orden de 100 veces menores que los obtenidos en Iraq. Este mismo estudio presenta concentraciones del orden de 0.00 para manganeso y para níquel. (Tabla 14)

Al no encontrarse estudios que arrojen datos sobre el contenido de B, Ba, Li, Mo, Sr y V en este tipo de alimentos, no se realiza la comparación de concentraciones.

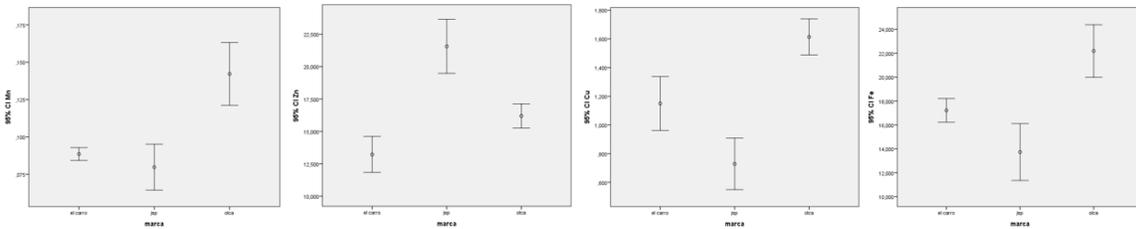
La variabilidad de estos resultados puede ser debidas a las diferentes fuentes de exposición a las que ha sido sometido el alimento y la composición de la carne, de manera que, en función de la parte del animal que haya sido utilizada para la elaboración del producto, variará la composición y concentración de los metales que encuentren en ella.

Tabla 15.- Concentración de macroelementos en "corned beef" comercializada en España e Iraq.

Metal	Marca	País	Concentración (mg/Kg)	Referencia
Cromo (Cr)	JSP	España	$0,131 \pm 0,059$	Este estudio, 2019
	El Carro		$0,089 \pm 0,036$	
	Olca		$0,147 \pm 0,179$	
	A	Iraq	$0,20 \pm 0,100$	HJ Hamasalim et al., 2013
	B		$0,10 \pm 0,000$	
	C		$0,19 \pm 0,095$	
	D		$0,40 \pm 0,100$	
Cobalto (Co)	JSP	España	$0,0003 \pm 0,001$	Este estudio, 2019
	El Carro		$<0,002$	
	Olca		$0,0006 \pm 0,001$	
	A	Iraq	$0,03 \pm 0,005$	HJ Hamasalim et al., 2013
	B		$0,04 \pm 0,020$	
	C		$0,04 \pm 0,010$	
	D		$0,08 \pm 0,030$	
Cobre (Cu)	JSP	España	$0,729 \pm 0,32$	Este estudio, 2019
	El Carro		$1,149 \pm 0,34$	
	Olca		$1,61 \pm 0,23$	
	A	Iraq	$0,11 \pm 0,005$	HJ Hamasalim et al., 2013
	B		$0,27 \pm 0,020$	
	C		$0,17 \pm 0,010$	
	D		$0,32 \pm 0,025$	
Hierro (Fe)	JSP	España	$13,74 \pm 4,23$	Este estudio, 2019
	El Carro		$17,22 \pm 1,786$	
	Olca		$22,19 \pm 3,97$	
	A	Iraq	$1,43 \pm 0,005$	HJ Hamasalim et al., 2013
	B		$5,41 \pm 0,015$	
	C		$3,00 \pm 0,100$	
	D		$4,40 \pm 0,00$	
Zinc (Zn)	JSP	España	$21,568 \pm 3,76$	Este estudio, 2019
	El Carro		$13,22 \pm 2,506$	
	Olca		$16,19 \pm 1,68$	
	A	Iraq	$2,43 \pm 0,015$	HJ Hamasalim et al., 2013
	B		$3,81 \pm 0,015$	
	C		$3,16 \pm 0,005$	
	D		$2,48 \pm 0,025$	

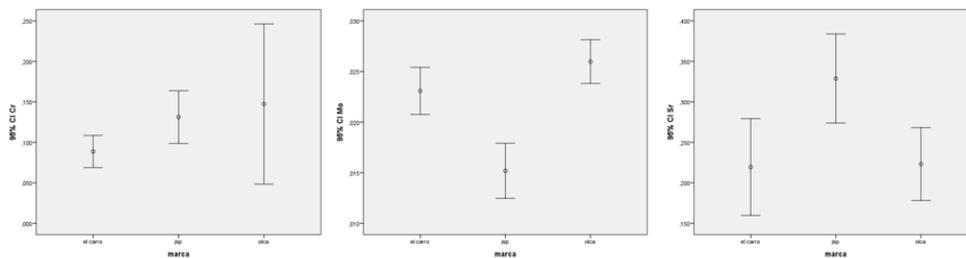
Tras la realización de los diferentes test no paramétricos, se observa que únicamente existen diferencias estadísticamente significativas para el bario, cromo, cobre, hierro, manganeso, molibdeno, estroncio y zinc.

Para el cobre, hierro, manganeso y zinc (Gráfica 3), se observa que cada una de las marcas se establece como un grupo independiente, no existiendo similitudes en cuanto a la concentración de estos metales entre ellas, siendo las que presentan mayor concentración la marca OLCA (para manganeso, hierro y cobre) y la marca JSP (para el zinc).



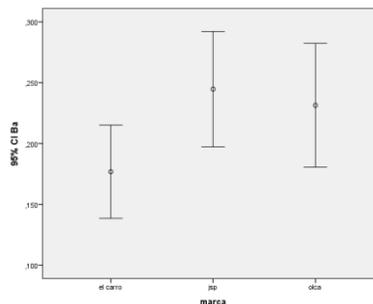
Gráfica 3.- Concentración de Manganeso (A), Zinc (B), Cobre (C) Y hierro (D) frente a las diferentes marcas de "corned beef" estudiadas.

Al estudiar concentraciones de cromo, molibdeno y estroncio, se observa la conformación de dos grupos diferentes (gráfica 4). Uno de ellos estaría formado por las marcas EL CARRO y OLCA y otro, independiente, por la marca JSP. La mayor concentración de estroncio se obtuvo en la marca JSP, mientras que los otros dos elementos resultaron predominantes en la marca OLCA.



Gráfica 4.- Concentración de Cromo (A), Molibdeno (B) y Estroncio (C) frente a las diferentes marcas de "corned beef" estudiadas.

El bario se obtuvo en una menor concentración en la marca EL CARRO, constituyendo esta un grupo independiente a las otras dos marcas en cuanto a su contenido de bario (Gráfica 5).



Gráfica 5.- Concentración de bario frente a las diferentes marcas de "corned beef" estudiadas.

Los microelementos se requieren en cantidades diarias inferiores a 100 mg (0.01% del peso corporal total) y presentan importancia en el crecimiento y desarrollo de los organismos, por lo que hay establecidas IDR (FESNAD, 2010) o IDA, en función del elemento (Tabla 16):

Tabla 16.- Valores de IDR y de IDA establecidos para cada elemento en estudio, según corresponda

Elemento	IDR (mg/d)		IDA (mg/Kg/d)		Referencia
	Hombres	Mujeres	Hombres	mujeres	
Ba			0,2		Ravelo Abreu, A. et al., 2014
B			0,16		
Ni			0,012		
Sr			0,13		
Fe	9	18			FESNAD, 2010
Zn	9,5	7			
Cu	1,1				
Cr	0,035	0,025			
Mn	2,3	1,8			
Mo	0,045				

Con la recopilación de estos datos y el consumo medio diario de productos cárnicos procesados aportado por la AECOSAN, se obtienen los siguientes resultados (tablas 17-26)

Tabla 17.- Porcentajes de aporte a la IDA de bario.

Marca	Género	[Ba] mg/Kg	[Ba] mg/Kg/d	IDA (mg/d)	IDE (mg/d)	%IDA	Máx. ingesta por día (g)
JSP	Hombres	0,34	0,2	14	0,019	0,136	41176,47
	Mujeres			12	0,019	0,159	35294,12
EL CARRO	Hombres	0,177		14	0,010	0,071	79096,05
	Mujeres			12	0,010	0,083	67796,61
OLCA	Hombres	0,23		14	0,013	0,092	60869,57
	Mujeres			12	0,013	0,107	52173,91

Obtenido a partir de la [Ba] que presentan las muestras en estudio y la [Ba] máxima diaria (0,2 mg/Kg/d).

Tabla 18.- Porcentajes de aporte a la IDA de boro.

Marca	Género	[B] mg/Kg	[B] mg/Kg/d	IDA (mg/d)	IDE (mg/d)	%IDA	Máx. ingesta por día (g)
JSP	Hombres	0,101	0,16	11,2	0,006	0,051	110891,09
	Mujeres			9,6	0,006	0,059	95049,50
EL CARRO	Hombres	0,0487		11,2	0,0027	0,024	229979,47
	Mujeres			9,6	0,0027	0,028	197125,26
OLCA	Hombres	0,059		11,2	0,003	0,030	189830,51
	Mujeres			9,6	0,003	0,034	162711,86

Tabla 19.- Porcentajes de aporte a la IDA de níquel.

Marca	Género	[Ni] mg/Kg	[Ni] mg/Kg/d	IDA (mg/d)	IDE (mg/d)	%IDA	Máx. ingesta por día (g)
JSP	Hombres	0,04	0,012	0,84	0,0022	0,267	21000,00
	Mujeres			0,72	0,0022	0,311	18000,00
EL CARRO	Hombres	0,028		0,84	0,0016	0,187	30000,00
	Mujeres			0,72	0,0016	0,218	25714,29
OLCA	Hombres	0,048		0,84	0,0027	0,320	17500,00
	Mujeres			0,72	0,0027	0,373	15000,00

Obtenido a partir de la [Ni] que presentan las muestras en estudio y la [Ni] máxima diaria (0.012 mg/Kg/d).

Tabla 20.- Porcentajes de aporte a la IDA de estroncio.

Marca	Género	[Sr] mg/Kg	[Sr] mg/Kg/d	IDA (mg/d)	IDE (mg/d)	%IDA	Máx. ingesta por día (g)
JSP	Hombres	0,329	0,13	9,1	0,018	0,202	27659,57
	Mujeres			7,8	0,018	0,236	23708,21
EL CARRO	Hombres	0,22		9,1	0,012	0,135	41363,64
	Mujeres			7,8	0,012	0,158	35454,55
OLCA	Hombres	0,223		9,1	0,013	0,137	40807,17
	Mujeres			7,8	0,013	0,160	34977,58

Obtenido a partir de la [Sr] que presentan las muestras en estudio y la [Sr] máxima diaria (0,13 mg/Kg/d).

Para ninguno de los microelementos expuestos en las muestras en estudio se supera la IDA, siendo el valor de aporte más alto equivalente a un 0,311% para el níquel en la marca JSP y contemplando el valor estipulado para mujeres. Estos resultados manifiestan que, con el consumo medio de 56 g/pc/d de productos cárnicos procesados, no existe riesgo para la salud del consumidor de este tipo de alimento y que, para llegar a superar la IDA se tendría que consumir, en el caso de las mujeres cuyos valores son más restrictivos, más de 35 Kg, 95 Kg, 18 Kg y 23.7 Kg de carne "corned beef" marca JSP, por día, para el bario, boro, níquel y estroncio, respectivamente.

Tabla 21.- Porcentajes de aporte a la IDR de cobre.

Marca	Género	[Cu] (mg/Kg)	IDR (mg/d)	IDE (mg/d)	%IDR	Máx. ingesta por día (g)
JSP	Hombres	0,72896	1,1	0,041	3,73	1508,99
	Mujeres					
EL CARRO	Hombres	1,14958		0,064	5,82	956,87
	Mujeres					
OLCA	Hombres	1,61391		0,090	8,18	681,57
	Mujeres					

Obtenidos a partir de la [Cu] que presentan las muestras en estudio y la [Cu] máxima diaria (1,1 mg/d).

Tabla 22.- Porcentajes de aporte a la IDR de cromo.

Marca	Género	[Cr] (mg/Kg)	IDR (mg/d)	IDE (mg/d)	%IDR	Máx. ingesta por día (g)
JSP	Hombres	0,1311	0,035	0,0073	20,86	266,97
	Mujeres		0,025		29,2	190,69
EL CARRO	Hombres	0,088	0,035	0,0049	14,17	394,72
	Mujeres		0,025		19,84	281,94
OLCA	Hombres	0,147	0,035	0,0082	23,57	237,64
	Mujeres		0,025		33	169,74

Estos valores se obtienen a partir de los datos de [Cr] que presentan las muestras en estudio y la [Cr] máxima diaria (0,035 (hombres) y 0,025 (mujeres) mg/d).

Tabla 23.- Porcentajes de aporte a la IDR de hierro.

Marca	Género	[Fe] (mg/Kg)	IDR (mg/d)	IDE (mg/d)	%IDR	Máx. ingesta por día (g)
JSP	Hombres	13,73	9	0,769	8,54	655,27
	Mujeres		18		4,27	1310,55
EL CARRO	Hombres	17,22	9	0,964	10,71	522,66
	Mujeres		18		5,35	1045,33
OLCA	Hombres	22,19	9	1,24	13,78	405,58
	Mujeres		18		6,89	811,16

Estos valores se obtienen a partir de los datos de [Fe] que presentan las muestras en estudio y la [Fe] máxima diaria (9 (hombres) y 18 (mujeres) mg/d).

Tabla 24.- Porcentajes de aporte a la IDR de zinc.

Marca	Género	[Zn] (mg/Kg)	IDR (mg/d)	IDE (mg/d)	%IDR	Máx. ingesta por día (g)
JSP	Hombres	21,57	9,5	1,21	12,74	440,47
	Mujeres		7		17,29	324,56
EL CARRO	Hombres	13,22	9,5	0,74	7,79	718,52
	Mujeres		7		10,57	529,44
OLCA	Hombres	16,19	9,5	0,91	9,58	586,64
	Mujeres		7		13	432,26

Estos valores se obtienen a partir de los datos de [Zn] que presentan las muestras en estudio y la [Zn] máxima diaria (9,5 (hombres) y 7 (mujeres) mg/d).

Tabla 25.- Porcentajes de aporte a la IDR de manganeso.

Marca	Género	[Mn] (mg/Kg)	IDR (mg/d)	IDE (mg/d)	%IDR	Máx. ingesta por día (g)
JSP	Hombres	0,121	2,3	0,0067	0,29	19063,4
	Mujeres		1,8		0,37	14919,19
EL CARRO	Hombres	0,088	2,3	0,0049	0,216	25976,96
	Mujeres		1,8		0,27	20329,79
OLCA	Hombres	0,142	2,3	0,0079	0,346	16176,68
	Mujeres		1,8		0,44	12660,01

Estos valores se obtienen a partir de los datos de [Mn] que presentan las muestras en estudio y la [Mn] máxima diaria (2,3 (hombres) y 1,8 (mujeres) mg/d).

Tabla 26.- Porcentajes de aporte a la IDR de molibdeno.

Marca	Género	[Mo] (mg/Kg)	IDR (mg/d)	IDE (mg/d)	%IDR	Máx. ingesta por día (g)
JSP	Hombres	0,024	0,045	0,0014	3	1861,81
	Mujeres					
EL CARRO	Hombres	0,023		0,0013	2,88	1949,74
	Mujeres					
OLCA	Hombres	0,026		0,0014	3,11	1732,77
	Mujeres					

Estos valores se obtienen a partir de los datos de [Mo] que presentan las muestras en estudio y la [Mo] máxima diaria (0,045 mg/d).

En ninguno de los microelementos expuestos en las muestras en estudio se alcanza la IDR, siendo el valor de aporte más alto equivalente a un 33% para el cromo en la marca OLCA y contemplando el valor estipulado para mujeres

Estos resultados manifiestan que, con el consumo medio de 56 g/pc/d de productos cárnicos procesados que estima la AECOSAN, al consumidor se le estará aportando, consumiendo la marca JSP, un 3,73% de cobre, 20,86% de cromo, 8,54% de hierro, 12,74% de zinc, 0,29% de manganeso y 3% de molibdeno (en el caso de los hombres) de la IDR para estos macroelementos. Para las mujeres, en la misma marca, aportaría un 3,73% de cobre, 29,2% de cromo, 4,27% de hierro, 17,29% de zinc, 0,37% de manganeso y 3% de molibdeno.

Para alcanzar el 100% de la IDR se tendría que consumir más de 1.5 Kg, 114 Kg y 1.8 Kg por día para el caso del cobre, manganeso y molibdeno. Sin embargo, para el hierro, el cromo y el zinc, el consumo de 0,655 Kg, 0,19 Kg y 0,324 Kg ya supondrían alcanzar la ingesta diaria recomendada para estos elementos.

CORRELACIONES METÁLICAS

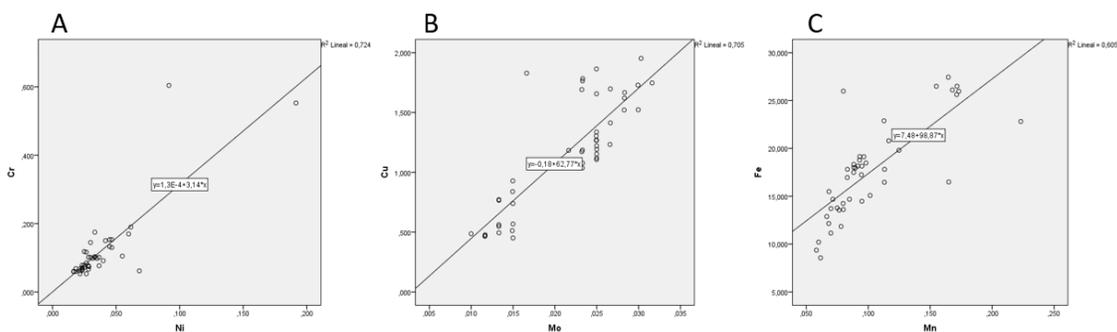
Mediante el coeficiente de Correlación de Spearman (ρ), se ha analizado la dependencia lineal que existe entre dos metales diferentes. Este coeficiente mide el grado de interacción existente, es decir, la relación estadísticamente significativa que existe entre los metales. Dicho índice de correlación varía en el intervalo $[-1, 1]$ (Tabla 26).

Tabla 27.- Grado de relación según coeficiente de correlación.

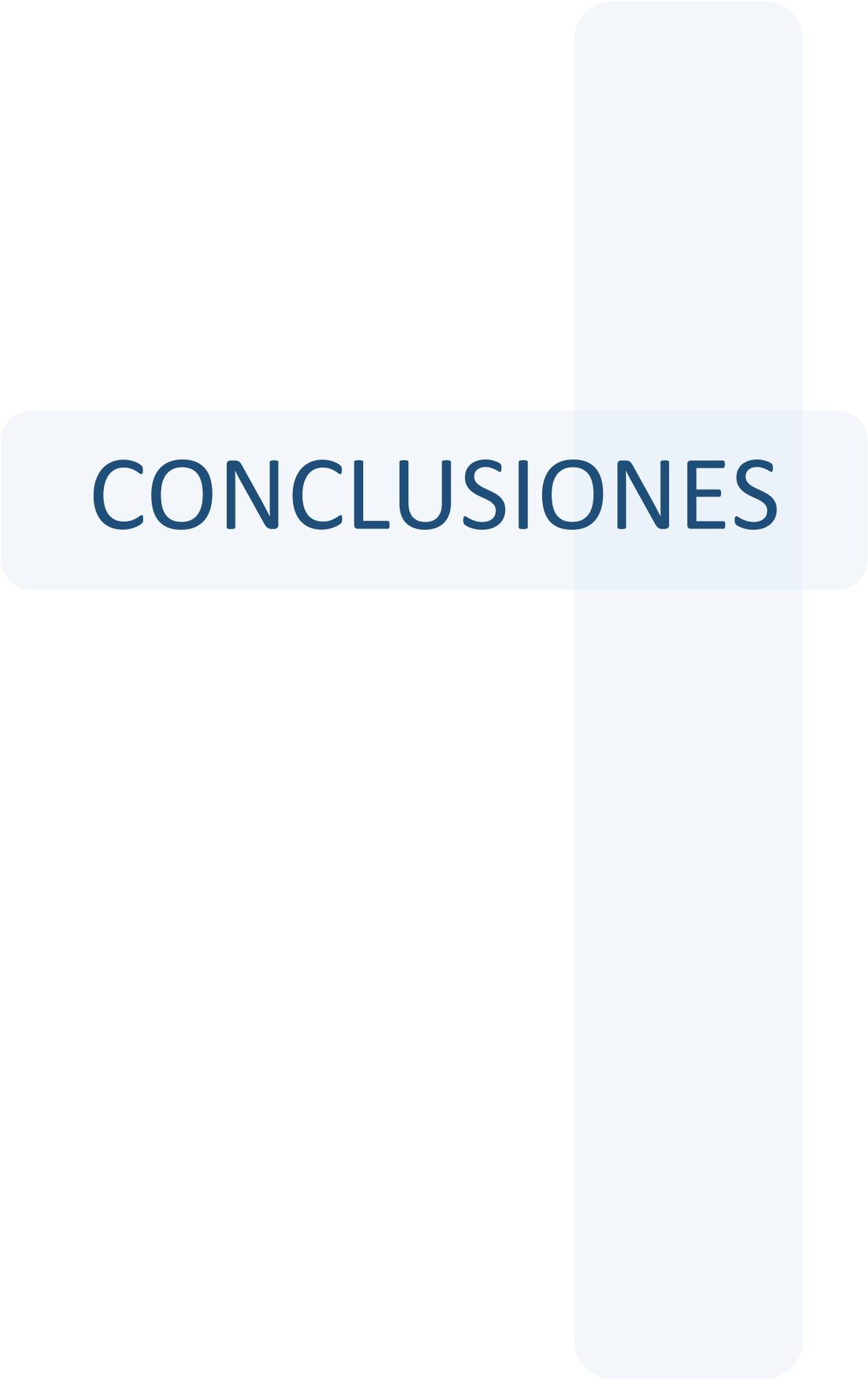
Rango	Relación
-0.91 a -1	Correlación negativa perfecta. cuando aumenta la concentración de uno de los metales, disminuye la del otro.
-0.76 a -0.9	Correlación negativa muy fuerte
-0.51 a -0.75	Correlación negativa considerable
-0.11 a -0.5	Correlación negativa media
-0.01 a -0.1	Correlación negativa débil
0	No existe correlación
0.01 a 0.10	Correlación positiva débil
0.11 a 0.50	Correlación positiva media
0.51 a 0.75	Correlación positiva considerable
0.76 a 0.90	Correlación positiva muy fuerte
+0.91 a 1	Correlación positiva perfecta con dependencia total entre los metales. existencia de relación directa, es decir, al aumentar la concentración de un metal, el otro aumenta en proporción constante.

Adaptado de Mondragón Barrera, M.A., 2014.

Al analizar los resultados, se observa la existencia de correlación estadísticamente positiva con un grado de dependencia lineal considerada, no llegando en ninguna a ser perfecta, entre los elementos Ni-Cr (0,724); Mo-Cu (0.705) y Mn-Fe (0.605) (Gráfica 6).



Gráfica 6.- Correlación positiva lineal para las parejas Ni-Cr (A), Mo-Cu (B) y Mn-Fe (C). A medida que aumenta la concentración de un metal, el otro aumenta de manera considerable.



CONCLUSIONES

CONCLUSIONES

- 1.- Existen diferencias estadísticamente significativas entre las concentraciones de los metales tóxicos cadmio y plomo, de los macronutrientes sodio, potasio y magnesio, y de los micronutrientes manganeso, zinc, cobre, hierro, cromo, molibdeno, estroncio y bario frente a las diferentes marcas de carne tipo “corned beef” en estudio.
- 2.- La concentración de metales obtenida para las diferentes marcas cumple con las directrices legislativas europeas respecto al nivel máximo fijado de plomo y cadmio en la categoría de “carne de bovino, ovinos, cerdos y aves de corral, incluido los despojos” por lo que son aptos para la venta y consumo.
- 3.- La marca JSP es la que más contribuye a la ingesta diaria admisible de aluminio y cadmio, mientras que la marca OLCA es la que más contribuye para el plomo, aportando la marca EL CARRO valores intermedios de estos metales.
- 4.- Teniendo en cuenta los valores de consumo medio diarios de producto cárnico procesado de la AECOSAN, la ingesta de metales tóxicos en las marcas analizadas no supera las ingestas semanales provisionales tolerables ni las IDAs, siendo el valor más alto equivalente a un 1,635% para el aluminio en la marca JSP, por lo que no existiría riesgo para la salud del consumidor.
- 5.- Teniendo en cuenta los valores de consumo medio diarios de producto cárnico procesado de la AECOSAN, y teniendo en cuenta las IDRs fijadas para los macronutrientes y micronutrientes, el metal que mayor porcentaje de aporte a la IDR presenta es el cromo, con un 33% en la marca OLCA en las mujeres.
- 6.- En la marca JSP predomina el aporte de sodio y potasio, mientras que el aporte de magnesio y calcio es superior en la marca OLCA
- 7.- Las concentraciones de boro, bario, estroncio, vanadio y zinc son mayores en la marca JSP, mientras que el resto de elementos presentan una mayor concentración en la marca OLCA, manteniéndose EL CARRO en niveles intermedios.
- 8.- Existen correlaciones positivas entre Ni-Cr; Mo-Cu y Mn-Fe.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Allouf, R., Thomas, G. (1976). Le plomb et les conserves alimentaires. *Medical Nutrition*, 12 (4): 255-258
2. Blanco Jimenez, MC., López de Sa Fernández, A., Cigureda Delgado, ME. (1991). Generalidades sobre contaminación metálica de los alimentos: causas medioambientales de procesado y envasado. *Alimentaria*, junio, 91:25-31
3. Cantoni, C., Renon, P., Cattaneo, P. (1975). Il contenuto in piombo negli alimenti di origine animale consumati in Italia. *Industrie Alimentari*, 14: 63-68
4. CONTAM PANEL (2009) (European Food Safety Authority) Scientific opinion of the panel of Contaminants in the Food Chain. *The EFSA Journal*, 980: 1-139
5. CONTAM PANEL (2010) (European Food Safety Authority) Scientific opinion of the panel of Contaminants in the Food Chain. *The EFSA Journal*, 8 (4): 1570
6. Dazzi, G., Madareno, G., Maggi, E. (1982). Cadmium contamination of meats. I. Beef horse, meat, chicken, turkey and rabbit. *Ig. Med*, 78 (3): 285-300
7. Decreto 2484/1967, de 21 de septiembre de 1967, por el que se aprueba el código alimentario español. *Boletín Oficial del Estado*, 17 de octubre de 1967, número 248, pp. 14180 a 14187
8. FESNAD (2010). Ingestas Dietéticas de Referencia (IDR) para la Población Española, 2010. *Actividad Dietética*. 14 (4): 196-197
9. Frías, I., Rubio, C., González-Inglesias, T., Guitierrez, AJ. (2008). Metals in fresh honeys from Tenerife island, Spain. *Bull environ contam toxicol*, 80: 30-33
10. Forschner, E., Wolf, HO. (1981). Mechanically deboned poultry meat. Contamination with Pb, Cd and Hg. *Archiv für Lebensmittelygiene*, 32 (6): 200-204
11. González weller, D., Rubio, C., Revert, C., Hardisson, A. (2003). El arsénico en los alimentos. *Alimentaria*, 347: 21-27
12. González Weller, D., Karlsson, L., Caballero, A., Hernández, F., Guitierrez, AJ., González-Inglesias, T., Marino, M., Hardisson, A. (2006). Lead and cadmium in meat and meat products consumed by the population in Tenerife Island, Spain. *Food Additives and Contaminants*, 23 (8): 757-763
13. González Weller, D. (2009). Evaluación toxicológica de la ingesta dietética de ciertos metales en la población de la Comunidad Autónoma Canaria. Memoria de tesis doctoral. Universidad de La Laguna. 493 pp.
14. Gutiérrez, AJ. (2008). Estudio del contenido de metales pesados tóxicos (pb y cd) en carnes y derivados cárnicos consumidos en la isla de Tenerife. Trabajo de investigación. Universidad de La Laguna. 33 pp.

15. Hamasalim, HJ., Mohammed, HN. (2013). Determination of heavy metals in exposed corned beef and chicken luncheon that sold in Sulaymaniah markets. *Academic Journals*, 7 (7): 178-182.
16. Harlia, E., Balia, RL. (2010). The food safety of livestock products (meatball, corned beef, beef burger and sausage) studied from heavy metal residues contamination. *Animal production*, 12 (1): 50-54
17. Meah MN. (1991). Lead and tin in canned foods: results of the UK survey 1983-1987. *Food Additives and Contaminants*, 8: 485-496
18. Mondragón Barrera, MA. (2014). Uso de la correlación de spearman en un estudio de intervención en fisioterapia. *Movimiento científico*, 8 (1): 98-104
19. Navas, MJ., Herrador, A., Jiménez, AM., Nuevo AG. (1984). Elementos traza en alimentos II: metales tóxicos. *Alimentaria*, mayo, 61-66
20. NORMA PARA LA CARNE TIPO "CORNEO BEEF" CODEX STAN 88-1981. Adaptado en 1981, revision 2015
21. Parisi, E., Tiri, RM., Relin, L. (1985). Trace metals content of various components (muscle, conective, fat) of canned meats for different periods of time. *Archivo veterinario Italiano*, 36 (1-2): 1-12
22. Reilly, C. (1991). *Metal contamination of food*. London-New York: Elsevier Applied Science, 3-151
23. 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. 20.12.2006.
24. 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. 26.6. 2015.
25. 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. 13.5.2014.
26. Ravelo Abreu, A., Rubio Armendáriz, C., Gutiérrez Fernández, AJ., Hardisson de La Torre, A. (2014). Trace elements in lager beers. Intake assessment. III World Congress of Public Health Nutrition, II Latin American Congress of Community nutrition, X Congreso de la Sociedad Española de nutrición comunitaria, 9-13 noviembre.
27. Reyes, YC., Vergara, I., Torres, O. E., Díaz, M., González, E. E. (2016). Heavy metals contamination: implications for health and food safety. *Revista Ingeniería, Investigación y Desarrollo*, 16 (2): 66-77

28. Rodríguez Marín, MN (2015). Estudio del contenido de metales pesados en músculo e hígado de las especies porcina y bovina, sacrificados en la isla de La Palma, Canarias. Memoria de tesis doctoral. Universidad de La Laguna. 578 pp.
29. Sola Azcoiti, S., Martín Pérez, A. (1996). Oligoelementos en productos cárnicos: Revisión bibliográfica de su origen, contenido y legislación. Alimentaria, junio, 31-38
30. Truffert L (1972). Pollution by lead. Annales des falsifications et des les expertise chimique, 65: 51-103.
31. Olmedilla, B. (2015). Carne roja y procesada: interpretación del informe de la OMS sobre la carcinogenicidad de su consumo. Fundación Española de la nutrición.

REFERENCIAS A PÁGINAS WEB

1. AECOSAN: <http://www.aecosan.msssi.gob.es>
2. Codex Alimentario: <http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/codex-home/es/>
3. European Food Safety Authority (EFSA): <http://www.efsa.europa.eu/>
4. Federación Española de Sociedades de Nutrición, Alimentación y Dietética:
<http://www.fesnad.org/>
5. Punto Q Universidad de la Laguna: <http://www.bbtk.ull.es>