

# MANUAL DE PROBLEMAS



**EVALUACIÓN DEL RIESGO  
TOXICOLÓGICO DE LOS ALIMENTOS**



© Soraya Paz Montelongo

Carmen Rubio Armendáriz

Ángel J. Gutiérrez Fernández

Consuelo Revert Gironés

Dailos González-Weller

José M. Caballero Mesa

Arturo Hardisson de la Torre

ISBN: 978-84-09-04061-2

Depósito legal: TF 679-2018

Primera edición: 2018

## **Autores**

Soraya Paz Montelongo  
Carmen Rubio Armendáriz  
Ángel J. Gutiérrez Fernández  
Consuelo Revert Gironés  
Dailos González-Weller  
José M. Caballero Mesa  
Arturo Hardisson de la Torre

# CONTENIDO

Presentación .....	5
CONCEPTOS PREVIOS.....	8
Nivel sin efecto observable (NOEL) .....	12
Nivel sin efecto adverso observable (NOAEL) .....	12
Nivel mínimo de efecto observable (LOEL).....	12
Nivel mínimo de efecto adverso observable (LOAEL).....	13
Dosis de partida o “ <i>Benchmark dose</i> ” (BMDL).....	13
Ingesta diaria estimada (IDE) .....	14
Ingesta diaria recomendada (IDR) e ingesta diaria admisible (IDA) .....	15
PROBLEMAS RESUELTOS.....	23
PROBLEMAS PROPUESTOS .....	36
ANEXOS .....	45
ANEXO I. CONSUMO MEDIO DE PRINCIPALES ALIMENTOS .....	45
ANEXO II. TABLA PERIÓDICA.....	46
ABREVIATURAS .....	49

## Presentación

Este manual va dirigido a alumnos y alumnas de la asignatura “Evaluación del Riesgo Toxicológico de los Alimentos” del Máster Universitario de Seguridad y Calidad de los Alimentos de la Universidad de La Laguna (ULL) así como de la asignatura de “Toxicología” del Grado en Farmacia de la Universidad de La Laguna (ULL).

Se presenta un breve capítulo sobre conceptos previos necesarios para el alumnado entre los que se encuentran NOEL (nivel sin efecto observable), NOAEL (nivel sin efecto adverso observable), LOEL (nivel mínimo de efecto observable), LOAEL (nivel mínimo de efecto adverso observable), dosis de Benchmark, entre otros conceptos.

A continuación, se recogen los valores de ingesta diaria recomendada (IDRs) e ingestas diarias admisibles (IDAs) fijados por diversas instituciones, con el objetivo de facilitar a los estudiantes la evaluación del riesgo tóxico.

Seguidamente, se presentan diversos problemas de evaluación del riesgo toxicológico de los alimentos. Estos problemas permiten al alumnado evaluar el riesgo toxicológico derivado de la presencia de contaminantes o residuos en alimentos.

Con este manual se pretende que los alumnos y alumnas sean capaces de manejar conceptos como la IDE (ingesta diaria estimada), la IDR (ingesta diaria recomendada), la IDA (ingesta diaria admisible), entre otros conceptos básicos de ambas asignaturas. Así como, evaluar correctamente el riesgo toxicológico de los alimentos.

*Soraya Paz Montelongo, Carmen Rubio Armendáriz, Ángel J. Gutiérrez Fernández, Consuelo Revert Gironés, Dailos González-Weller, José M. Caballero Mesa y Arturo Hardisson de la Torre*



**CONCEPTOS PREVIOS**

## CONCEPTOS PREVIOS

La **Toxicología** es una ciencia multidisciplinar que se encarga del estudio de la seguridad de las sustancias químicas. El objetivo principal de esta ciencia es la evaluación del riesgo de cualquier agente químico que interactúe con los seres vivos y que puede causar una intoxicación aguda o bien una intoxicación crónica o de largo plazo, dependiendo de la dosis, de la frecuencia y del tiempo de exposición.

Científicamente, la Toxicología puede clasificarse en dos grandes grupos: por un lado, aquel que comprende las áreas básicas de estudio (Fig. 1) que son la Toxicología Analítica y la Toxicología Experimental, y por otro, el que comprende las áreas aplicadas (Fig. 2) que incluye la Toxicología Forense, la Toxicología Clínica, la Toxicología Ocupacional o Laboral, la Toxicología Ambiental y la Ecotoxicología, la Toxicología Alimentaria o Nutricional, la Toxicología del Medicamento, la Toxicología de las Drogas, la Toxicología Veterinaria y la Toxicología Regulatoria.

### Toxicología Analítica

- Se ocupa del muestreo, aislamiento, separación, identificación y cuantificación de los agentes químicos que producen intoxicaciones.

### Toxicología Experimental

- Tiene como objetivo el diseño y establecimiento de los estudios apropiados para evaluar la toxicidad potencial de los agentes químicos.
- Se realiza en el laboratorio con animales de experimentación, órganos o tejidos individualizados (estudio in vitro o in vivo), para estudiar la toxicidad de diferentes sustancias químicas y su mecanismo particular de acción.

**Figura 1.** Clasificación de las diferentes áreas básicas de la Toxicología



#### Toxicología Forense

- Aspectos médico-legales de los efectos peligrosos de los agentes químicos. Es la ciencia toxicológica auxiliar de la justicia.

#### Toxicología Clínica

- Su finalidad es la prevención, diagnóstico y tratamiento de las intoxicaciones.

#### Toxicología Ocupacional

- Prevención de los efectos de los agentes químicos sobre la salud de los trabajadores expuestos.

#### Toxicología Ambiental y Ecotoxicología

- La toxicología ambiental estudia problemas puntuales de contaminación del medio ambiente y la ecotoxicología estudia los desequilibrios producidos en los ecosistemas como resultado de la presencia de tóxicos.

#### Toxicología Alimentaria o Nutricional

- Estudio de los efectos nocivos de contaminantes o sustancias añadidas a los alimentos e ingeridas con éstos.

#### Toxicología del Medicamento

- Estudia las propiedades tóxicas de los medicamentos, las intoxicaciones agudas que provocan por sobredosis, márgenes de seguridad, etc.

#### Toxicología de las Drogas

- Aborda el estudio de los tóxicos sociales/sustancias de abuso tanto legales, como el tabaco y el alcohol, y otras ilegales, como la cocaína, heroína, anfetaminas, etc.

#### Toxicología Veterinaria

- Estudio de las causas y efectos de aquellos tóxicos que con frecuencia afectan a los animales, así como el diagnóstico y tratamiento de las intoxicaciones producidas.

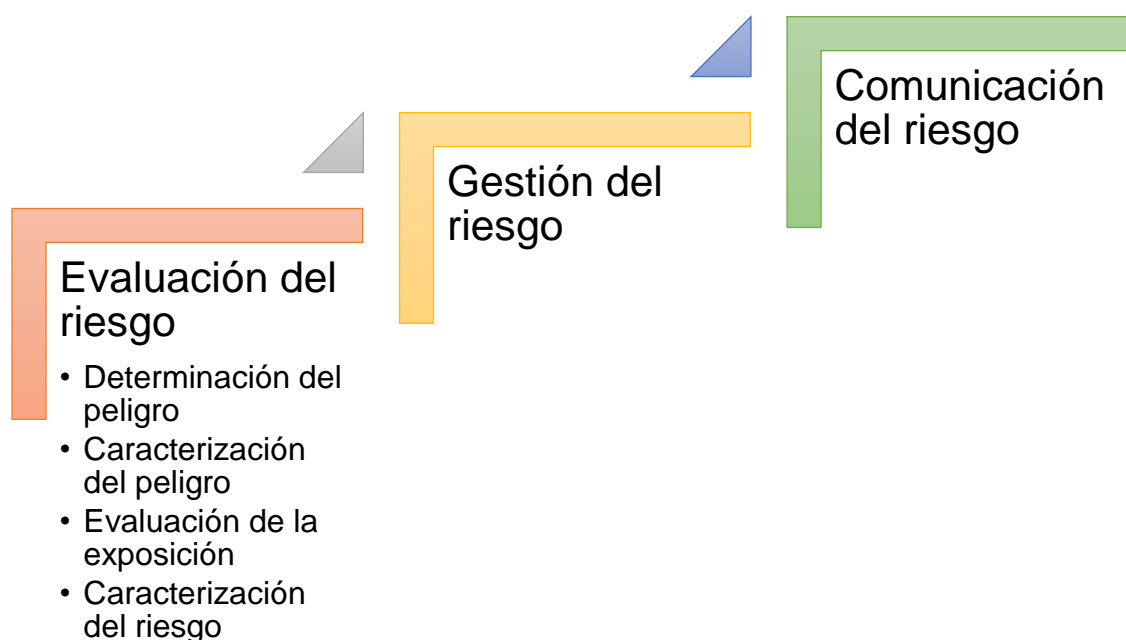
#### Toxicología Regulatoria

- Su finalidad es establecer estándares de seguridad con directivas y reglamentaciones.

**Figura 2.** Clasificación de las diferentes áreas aplicadas de la Toxicología

Uno de los objetivos de la toxicología es el de reconocer, identificar y cuantificar los agentes tóxicos o nocivos con el fin de evaluar el riesgo de la exposición.

El **análisis de los riesgos** comprende tres etapas principales (Fig. 3): evaluación del riesgo, gestión del riesgo y comunicación del riesgo<sup>1</sup>.



**Figura 3.** Etapas del análisis de los riesgos

En la **evaluación del riesgo**, es necesario **determinar el peligro** que consiste en determinar los agentes (biológicos, químicos, físicos) que pueden causar efectos nocivos para la salud y que pueden estar presentes en el entorno y/o en los alimentos. Una vez determinado el peligro, se debe **caracterizar**, es decir, evaluar cuantitativa y/o cualitativamente la naturaleza

<sup>1</sup> EPA (Environmental Protection Agency) (1991) Risk Assessment for Toxic Air Pollutants: A Citizen's Guide. Disponible online: [https://www3.epa.gov/ttn/atw/3\\_90\\_024.html](https://www3.epa.gov/ttn/atw/3_90_024.html)

de los efectos nocivos del agente. La caracterización del peligro es el establecimiento de la relación dosis – respuesta<sup>2</sup>.

La **evaluación de la exposición** consiste en la valoración cualitativa y/o cuantitativa de la ingestión probable del agente procedente del medio ambiente y los alimentos. Asimismo, se tienen en cuenta las exposiciones procedentes de otras fuentes. Por último, la **caracterización del riesgo**, que se basa en la determinación de la evaluación cualitativa y/o cuantitativa, así como las incertidumbres que conlleva, la probabilidad de aparición y la gravedad de los efectos nocivos conocidos y/o potenciales para la salud de una población determinada<sup>3</sup>.

Posteriormente, se procede a la **gestión del riesgo**. Éste es un proceso en el que se valoran las posibles medidas de control considerando los resultados de la evaluación del riesgo. En esta etapa ha de tenerse en cuenta factores económicos, legales y políticos así como las posibilidades reales y la relación coste-beneficio.

El último paso en el análisis de riesgos es la **comunicación del riesgo**, que se basa en el intercambio de información y opiniones entre expertos, consumidores y otras partes interesadas.

A continuación, se definen algunos conceptos básicos de toxicología.

---

<sup>2</sup> Safe Work Australia (2012) Managing Risks to Health and Safety at the Workplace. Fact Sheet. Pp. 1-5.

<sup>3</sup> IPCS (International Programme on Chemical Safety) (2001) Glossary of Exposure Assessment-Related Terms: A Compilation. Disponible online:

[http://www.who.int/ipcs/publications/methods/harmonization/en/compilation\\_nov2001.pdf](http://www.who.int/ipcs/publications/methods/harmonization/en/compilation_nov2001.pdf)

### Nivel sin efecto observable (NOEL)

El **nivel sin efecto observable** es la mayor concentración o cantidad de una sustancia, hallada experimentalmente o por observación, que no causa alteraciones en la morfología, capacidad funcional, crecimiento, desarrollo o duración de la vida de los organismos diana que pueda distinguirse de los observados en los organismos normales o control de la misma especie y cepa, bajo condiciones idénticas a la de la exposición.

### Nivel sin efecto adverso observable (NOAEL)

El **nivel sin efecto adverso observable** es la máxima concentración o nivel de una sustancia que, hallada de forma experimental o por observación, no causa alteraciones adversas detectables en la morfología, capacidad funcional, crecimiento, desarrollo o duración de la vida de los organismos diana bajo condiciones definidas de exposición. Este valor suele expresarse en unidades de mg/kg/día.

El valor de NOAEL se obtiene experimentalmente con animales que son sometidos a varias dosis de una sustancia, obteniéndose una curva dosis-respuesta. A partir del NOAEL se extrapola al ser humano dividiendo este valor por un factor de seguridad, así se obtiene una dosis de referencia.

$$Dosis\ de\ referencia = \frac{NOAEL}{Factor\ de\ seguridad}$$

### Nivel mínimo de efecto observable (LOEL)

El **nivel mínimo de efecto observable** es definido como la menor concentración o cantidad de una sustancia que mediante la observación o la

experimentación, causa cualquier alteración en un organismo distinguible de un organismo idéntico control.

### Nivel mínimo de efecto adverso observable (LOAEL)

El **nivel mínimo de efecto adverso observable** se define como la menor concentración o cantidad de una sustancia que, según la observación o experimentación, causa cualquier modificación indeseable en un organismo distinguible de otro organismo idéntico control.

### Dosis de partida o “*Benchmark dose*” (BMDL)

En los últimos años ha aparecido un nuevo nivel para evaluar la relación dosis-respuesta. El BMDL se establece como una alternativa al NOAEL y al LOAEL<sup>4</sup>. Actualmente, la EFSA recomienda el uso de la *dosis de Benchmark* para la evaluación del riesgo de agentes químicos en los alimentos.

El modelo de Benchmark es un modelo que se basa en el estudio estadístico. Se ajustan los datos experimentales a una curva dosis-respuesta con unos determinados intervalos de confianza (Fig. 4).

---

<sup>4</sup> Kodell RL (2008) Replace the NOAEL and LOAEL with the BMDL01 and BMDL10. *Environmental and Ecological Statistics* 16(1): 3-12.

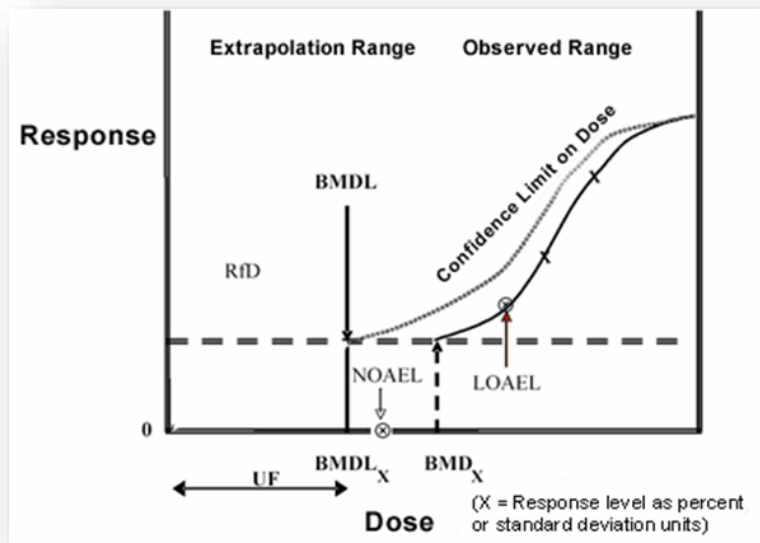


Figura 4. Curva de dosis-respuesta (Fuente de la imagen: EPA<sup>5</sup>)

### Ingesta diaria estimada (IDE)

La **ingesta diaria estimada (IDE)** es la cantidad aproximada de un residuo o contaminante que es ingerido por una persona. Para calcular la IDE es necesario conocer el consumo medio del alimento implicado y la concentración del contaminante.

La IDE nos permite relacionar el consumo de un determinado producto con la ingestión de un contaminante, para así estimar el riesgo. Normalmente, este valor se expresa en mg/día/persona o en g/día/persona y se calcula como se indica a continuación:

$$IDE \left( \frac{mg}{día} \right) = Consumo \text{ medio} \left( \frac{mg}{día} \right) \times Concentración \text{ contaminante} \left( \frac{mg}{kg} \right)$$

En España, la AECOSAN (Agencia Española de Consumo, Seguridad Alimentaria y Nutrición) en 2006 elaboró un documento titulado “Modelo de

<sup>5</sup> EPA (Environmental Protection Agency). Disponible online: <https://www.epa.gov/>

Dieta Española para la Determinación de la Exposición del Consumidor a Sustancias Químicas”<sup>6</sup>. Las ingestas medias de alimentos por parte de la población adulta e infantil se recogen en este documento (Anexo I).

### Ingesta diaria recomendada (IDR) e ingesta diaria admisible (IDA)

La **ingesta diaria recomendada (IDR)** es la cantidad mínima requerida de un nutriente para el correcto funcionamiento del organismo.

Los requerimientos diarios de nutrientes se establecen teniendo en cuenta factores como: sexo, edad y situación fisiológica (embarazo o lactancia). A continuación, se recogen resumidos los requerimientos diarios de elementos traza y macroelementos para hombres y mujeres adultos establecidos por la FESNAD (Federación Española de Sociedades de Nutrición, Alimentación y Dietética)<sup>7</sup>.

**Tabla 1.** Valores de ingesta diaria recomendada para algunos elementos esenciales establecidos por la FESNAD (FESNAD, 2010)

Metal	Valor
Ca	900 – 1000 mg/día
Cr	35 mg/día (hombre) – 25 mg/día (mujer)
Cu	1,1 mg/día
Fe	9 mg/día (hombre) – 18 mg/día (mujer)
K	3100 mg/día
Mg	350 mg/día (hombre) – 300 mg/día (mujer)

<sup>6</sup> AECOSAN (2006) Modelo de la dieta española para la determinación de la exposición del consumidor a sustancias químicas. Madrid, España.

<sup>7</sup> FESNAD (Federación Española de Sociedades de Nutrición, Alimentación y Dietética). (2010). Ingestas Dietéticas de Referencia (IDR) para la población española. Acta Dietética 14(4): 196-197.

<b>Mn</b>	2,3 mg/día (hombre) – 1,8 mg/día (mujer)
<b>Mo</b>	45 mg/día
<b>Na</b>	1500 mg/día
<b>Zn</b>	9,5 mg/día (hombre) - 7 mg/día (mujer)

La **ingesta diaria admisible** (IDA) es la estimación de la cantidad total de una sustancia o elemento químico contenido en los alimentos y/o agua de bebida, que puede ser ingerida diariamente durante toda la vida de una persona sin riesgo apreciable para la salud<sup>8</sup>. Este valor suele expresarse en mg por kg de peso corporal al día (mg/kg peso corporal/día).

Contaminantes, como los metales tóxicos y/o no esenciales, elementos, como el fluoruro o el yodo, y sustancias añadidas a los alimentos, como los aditivos, son regulados contando con ingestas diarias admisibles pues una elevada ingesta de cualquiera de ellos podría conllevar efectos tóxicos para el ser humano.

Diversas instituciones han fijado valores de IDA para elementos y metales teniendo en cuenta aspectos como la edad. En la Tabla 2 se recogen los valores recomendados para diversos metales. Asimismo, la Tabla 3 presenta valores recomendados y máximos para otros elementos.

Las instituciones a las que se hace referencia a continuación son las: *European Food Safety Authority (EFSA)*; *Agencia Española de Consumo, Seguridad Alimentaria y Nutrición (AECOSAN)*; *World Health Organization*

---

<sup>8</sup> Castro GD (2013) Dependencia de la dosis en los mecanismos de toxicidad y la evaluación de riesgo en toxicología. *Acta Bioquímica Clínica Latinoamericana* 47(3): 561-85.



(WHO); *Scientific Committee on Health and Environmental Risks* (SCHER); *Institute of Medicine* (IOM).

Los valores de ingesta diaria admisible pueden referirse a ingestas semanales tolerables (TWI, tolerable weekly intake), ingestas diarias tolerables (TDI, tolerable daily intake) o niveles máximos de ingesta (UL, upper level intake).

**Tabla 2.** Valores máximos de ingesta de elementos y metales tóxicos y/o no esenciales fijados por diversas instituciones

Metal	Parámetro	Valor
Al	TWI	1 mg/kg pc/semana <sup>9</sup>
Cd		2.5 µg/kg pc/semana <sup>10</sup>
Hg		4 µg/kg pc/semana <sup>11</sup>
Pb	TDI	0.5 µg/kg pc/día <sup>12</sup>
Cr		0.3 mg Cr <sup>3+</sup> /kg pc/día <sup>13</sup>
Ni		2.8 µg/kg pc/día <sup>14</sup>
Sr		0.13 mg/kg pc/día <sup>15</sup>
Ba		0.2 mg/kg bw/día <sup>16</sup>

<sup>9</sup> EFSA (2011) Statement on the evaluation of a new study related to the bioavailability of aluminium. The EFSA Journal. 9: 2157.

<sup>10</sup> EFSA (2011) Statement on tolerable weekly intake for cadmium. EFSA Journal. 9: 1975.

<sup>11</sup> EFSA (2012). Scientific Opinion on the risk for public health related to the presence of mercury and methylmercury in food. EFSA Journal 10(12):2985

<sup>12</sup> AECOSAN (Agencia Española de Consumo, Seguridad Alimentaria y Nutrición) (2012) Informe del Comité Científico de la AESAN en relación a criterios de estimación de concentraciones para la discusión de propuestas de límites de migración de determinados metales pesados y otros elementos de objetos de cerámica destinados a entrar en cont. Revista del Comité Científico 16: 11-20.

<sup>13</sup> EFSA. (2014). Scientific Opinion on Dietary Reference Values for chromium. EFSA Journal. 12(10):3845.

<sup>14</sup> EFSA (2015) Scientific opinion on the risks to public health related to the presence of nickel in food and drinking water. The EFSA Journal. 13(2): 4002-4204.

<sup>15</sup> WHO (World Health Organization) (2010) Strontium and strontium compounds. Concise International Chemical Assessment Document 77. World Health Organization, Geneva.

<sup>16</sup> SCHER (Scientific Committee on Health and Environmental Risks) (2012) Assessment of the Tolerable Daily Intake of Barium. [http://ec.europa.eu/health/scientific\\_committees/environmental\\_risks/docs/scher\\_o\\_161.pdf](http://ec.europa.eu/health/scientific_committees/environmental_risks/docs/scher_o_161.pdf).

<b>Mo</b>	UL	0.1 – 0.5 mg/día <sup>17</sup>
<b>V</b>		1.8 mg/día <sup>11</sup>
<b>B</b>		1.7 – 2.0 mg/día <sup>11</sup>
<b>Zn</b>		40 mg/día <sup>11</sup>
<b>I</b>		1100 µg/día <sup>11</sup>
<i>Tolerable weekly intake (TWI), tolerable daily intake (TDI), upper level intake (UL), peso corporal (pc)</i>		

<sup>17</sup> IOM (Institute of Medicine) (2001) Food and Nutrition Board, Panel on Micronutrients. Arsenic, Boron, Nickel, Silicon, and Vanadium. In Dietary Reference Intakes for Vitamin A, Vitamin K, Arsenic, Boron, Chromium, Copper, Iodine, Iron, Manganese, Molybdenum, Nickel, Silicon, Vanadium, and Zinc. Washington (DC): National Academy Press (US).

**Tabla 3.** Valores de ingesta diaria recomendada e ingesta diaria admisible para otros elementos

Ingesta Recomendada Diaria (IDR)		Ingesta Diaria Admisible (IDA)	Referencia
<b>F<sup>-</sup></b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Niños (4 a 8 años): 1 mg/día</li> <li>- Hombres: 4 mg/día</li> <li>- Mujeres: 3 mg/día</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Niños (4 a 8 años): 2,2 mg/día</li> <li>- Hombres: 10 mg/día</li> <li>- Mujeres: 10 mg/día</li> </ul>	IOM, 2004 <sup>18</sup>
<b>Cl<sup>-</sup></b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Niños: 1900 mg/día</li> <li>- Hombres: 2300 mg/día</li> <li>- Mujeres: 2300 mg/día</li> </ul>	No se establece	FESNAD, 2010 <sup>19</sup>
<b>PO<sub>4</sub><sup>3-</sup></b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Niños: 250 – 640 mg/día</li> <li>- Adultos: 550 mg/día</li> </ul>	No se establece	EFSA, 2015 <sup>20</sup>
<b>NO<sub>3</sub><sup>-</sup></b>	No es esencial	3,7 mg/kg peso corporal/día	EFSA, 2008 <sup>21</sup>
<b>NO<sub>2</sub><sup>-</sup></b>	No es esencial	0,6 mg/kg peso corporal/día	EFSA, 2017 <sup>22</sup>

<sup>18</sup> IOM (2004) Institute of Medicine, Food and Nutrition Board. Dietary reference intakes (DRIs): recommended intakes for individuals, elements. National Academy Press, Washington, DC

<sup>19</sup> FESNAD (2010) Ingestas Dietéticas de Referencia (IDR) para la Población Española, 2010. Actividad Dietética 14(4): 196-197

<sup>20</sup> EFSA (2015) Scientific Opinion on Dietary Reference Values for phosphorus. EFSA Journal 13(7): 4185

<sup>21</sup> EFSA (2008) Nitrate in vegetables. Scientific Opinion of the Panel on Contaminants in the Food chain. EFSA Journal 689: 1-79

<sup>22</sup> EFSA (2017) Re-evaluation of potassium nitrite (E 249) and sodium nitrite (E 250) as food additives. EFSA Journal. 15(6): 4786

Como se ha mencionado anteriormente, además de los contaminantes alimentarios, se encuentran los aditivos. Alguno de estos aditivos cuenta con ingestas diarias admisibles.

**Tabla 4.** Ingestas diarias admisibles de algunos aditivos alimentarios

<b>Aditivo</b>	<b>Ingesta Diaria Admisible (IDA)</b>	<b>Referencia</b>
Aspartamo	40 mg/kg peso corporal/día	EFSA, 2014 <sup>23</sup>
Acesulfamo de potasio	9 mg/kg de peso corporal/día	EFSA, 2016 <sup>24</sup>
Ácido benzoico	5 mg/kg peso corporal/día	EFSA, 2016 <sup>25</sup>
Glucósidos de esteviol	4 mg/kg peso corporal/día	EFSA, 2011 <sup>26</sup>

Aunque en este manual se ha considerado únicamente los riesgos derivados de la presencia de metales, elementos y aditivos en los alimentos, es necesario tener en cuenta que los alimentos pueden contener otras sustancias tóxicas entre las que se encuentran las **naturales** como las micotoxinas, las **producidas durante el procesado** de los alimentos como los hidrocarburos aromáticos policíclicos y otras procedentes de la **contaminación ambiental** como los plaguicidas, las dioxinas, etc<sup>27</sup>. Estas sustancias también cuentan con valores de ingesta máxima.

<sup>23</sup>EFSA (2014) Scientific Opinion on Aspartame. Disponible en: [www.efsa.europa.eu/sites/default/files/corporate\\_publications/files/factsheetaspartame.pdf](http://www.efsa.europa.eu/sites/default/files/corporate_publications/files/factsheetaspartame.pdf)

<sup>24</sup> EFSA (2016) Safety of the proposed extension of use of acesulfame K (E 950) in foods for special medical purposes in young children. EFSA Journal. 14(4): 4437

<sup>25</sup> EFSA (2016) Scientific Opinion on the re-evaluation of benzoic acid (E 210), sodium benzoate (E 211), potassium benzoate (E 212) and calcium benzoate (E 213) as food additives. EFSA Journal. 14(3): 4433.

<sup>26</sup> EFSA (2010) Scientific Opinion on the safety of steviol glycosides for the proposed uses as a food additive. EFSA Journal. 8(4): 1537.

<sup>27</sup> Hardisson A, González-Weller DM, Revert Gironés C (2006) Capítulo 33: Dieta y Cáncer. En: Toxicología alimentaria. Cameán Fernández AM, Repetto Jiménez M (eds). Ediciones Díaz de Santos, España.



**PROBLEMAS RESUELTOS**

## PROBLEMAS RESUELTOS

**(1) Ha sido detectada una partida de atún rojo con un contenido de mercurio (Hg) total de 8 µg/kg. Suponiendo que un adulto de 75 kg consume tres raciones semanales de 250 g/ración de este atún. ¿Existiría riesgo derivado del consumo de este atún rojo en cuanto a la ingesta de mercurio?**

**Datos:** TWI (tolerable weekly intake) de mercurio total de 1,3 µg/kg peso corporal/semana.

En primer lugar, es necesario calcular la ingesta diaria estimada derivada del consumo indicado, para lo cual primero hay que conocer el consumo diario de atún.

$$\text{Consumo diario} = 3 \times 250 / 7 = 107,1 \text{ gramos de atún al día}$$

Una vez conocido el consumo por día, se calcula la ingesta diaria estimada (IDE) considerando la concentración de mercurio indicada.

$$IDE = (107,1 \text{ g/día}) / 1000 \times 8 (\mu\text{g}) / \text{kg} = 0,86 (\mu\text{g}) / \text{día}$$

Una vez conocido el valor de la IDE, se procede a calcular el porcentaje de contribución a la TWI.

$$\%TWI = [(0,86 (\mu\text{g}) / \text{día}) / (1,3 \mu\text{g})] / (75 \text{ kg}) \times 100 \times 7 = 6,2 \%$$

Con lo cual, la ingesta de tres raciones semanales de atún rojo de 250 gramos cada una por parte de un adulto de 75 kilos de peso corporal represente un 6,2% de la TWI establecida para mercurio total, este porcentaje de contribución no es elevado por lo que, el consumo de este atún no supondría un riesgo para la salud del consumidor.

**(2) Una partida de bonito del norte contiene 100 µg/kg de Pb. Un adulto de 75 kg de peso corporal consume tres raciones semanales de 250 gramos cada una. ¿Existiría riesgo derivado del consumo de este pescado en cuanto a la ingesta de plomo?**

**Datos:** TDI (tolerable daily intake) de plomo de 0,5 mg/kg peso corporal/día.

En primer lugar, es necesario calcular la ingesta diaria estimada derivada del consumo indicado, para lo cual primero hay que conocer el consumo diario de bonito del norte.

$$\text{Consumo diario} = 3 \times 250 / 7 = 107,1 \text{ gramos de bonito del norte al día}$$

Una vez conocido el consumo por día, se calcula la ingesta diaria estimada (IDE) considerando la concentración de plomo indicada.

$$IDE = (107,1 \text{ g/día}) / 1000 \times 0,10 \text{ mg/kg} = 0,01071 \text{ mg/día}$$

Una vez conocido el valor de la IDE, se procede a calcular el porcentaje de contribución a la TDI.

$$\%TWI = [(0,01071 \text{ mg/día}) / (0,5 \text{ mg})] / (75 \text{ kg}) \times 100 = 0,03 \%$$

Con lo cual, la ingesta de tres raciones semanales de bonito del norte de 250 gramos por parte de un adulto de 75 kilos de peso corporal contribuye en 0,03% de la TDI establecida para el plomo, este porcentaje de contribución es bastante bajo con lo que se puede concluir que el consumo de este alimento no supondría un riesgo para la salud del consumidor.



**(3) El fluoruro es un elemento que se encuentra en niveles variables en las aguas de abastecimiento y los alimentos. Una ingesta adecuada ofrece protección frente a las caries dentales. Sin embargo, la ingesta excesiva puede causar diversos problemas.**

**En la siguiente tabla se recogen las concentraciones de los diferentes municipios de la isla de Tenerife ¿En cuántos municipios la población que consume 2 L de agua al día superaría la IDR para hombres y mujeres? Calcula previamente la IDE (ingesta diaria estimada).**

**En los municipios que sobrepasan el 100 de la IDR, ¿cuántos de ellos superarían el valor de ingesta diaria admisible (IDA) fijado en 10 mg/día?**

**Cita las principales consecuencias de una ingesta prolongada de elevadas cantidades de fluoruro.**

**Datos:** valores de ingesta diaria recomendada: hombres 4 mg/día; mujeres 3 mg/día.

Para calcular la IDE, que se expresa en mg/día, es necesario multiplicar el consumo medio de 2 L/día por la concentración de fluoruro dada en mg/L. Así, a continuación se calcula el porcentaje de contribución, de la siguiente forma:

$$\%IDR = (Valor\ de\ IDE / Valor\ de\ IDR) \times 100$$

MUNICIPIO	F <sup>-</sup> (mg/L)	IDE (2L/día) (mg/día)	% Contribución	
			Hombre	Mujer
Adeje	3,59-4,89	7,18-9,78	180-245	239-326
Arafo	0,36-0,41	0,72-0,82	19-20,5	24-27,3
Arico	0,23-0,53	0,46-1,06	11,5-26,5	15,3-35,3
Arona	0,19-0,48	0,38-0,96	9,5-24	12,7-32

*Evaluación del Riesgo Toxicológico de los Alimentos*

Buenavista del Norte	1,10-1,15	2,20-2,30	55-57,5	73,3-76,7
Candelaria	0,19-0,23	0,38-0,46	9,5-11,5	12,7-15,3
El Sauzal	2,34-2,76	4,68-5,52	117-138	156-184
El Tanque	0,35-4,38	0,70-8,76	17,5-219	23,3-292
Fasnia	1,22-1,31	2,44-2,62	61-65,5	81,3-87,3
Garachico	0,47-2,50	0,94-5,00	23,5-125	31,3-167
Granadilla	0,57-1,33	1,14-2,66	28,5-66,5	38-88,7
Guía de Isora	0,57-1,42	1,14-2,84	28,5-71	38-94,7
Guïmar	0,38-0,59	0,76-1,18	19-29,5	25,3-39,3
Icod de los Vinos	2,22-3,94	4,44-7,88	111-197	148-263
La Esperanza	0,23-0,34	0,46-0,68	11,5-17	15,3-22,7
La Guancha	1,52-2,07	3,04-4,14	76-104	101-138
La Laguna	1,82-2,14	3,64-4,28	91-107	121-143
La Matanza	2,41-3,03	4,82-6,06	121-152	161-202
La Orotava	0,42-0,52	0,84-1,04	21-26	28-34,7
La Victoria	0,36-2,87	0,72-5,74	18-144	24-191
Los Realejos	0,54-0,88	1,08-1,74	27-43,5	36-58
Los Silos	1,05	2,10	52,5	70
Puerto de la Cruz	0,66-1,41	1,32-2,82	33-70,5	44-94
San Juan de la Rambla	0,95-2,45	1,90-4,90	47,5-123	63,3-163
San Miguel	0,33-0,59	0,66-1,18	16,5-29,5	22-39,3
Santa Cruz de Tenerife	0,07-0,32	0,14-0,64	3,5-16	4,67-21,3
Santa Úrsula	0,22-1,21	0,44-2,42	11-60,5	14,7-80,7
Santiago del Teide	0,36-0,39	0,72-0,78	18-19,5	24-26
Tacoronte	0,56-3,02	1,12-6,04	28-151	37,3-201
Tegueste	0,26	0,52	13	17,3
Vilaflor	0,21-0,28	0,42-0,56	10,5-14	14-18,7

Teniendo en cuenta los valores recomendados de ingesta diaria para hombres y mujeres, se tiene que los siguientes municipios superan dichos niveles:

Tacoronte, San Juan de la Rambla, La Victoria, La Matanza, La Laguna, La Guancha, Icod de los Vinos, Garachico, El Tanque, El Sauzal y Adeje.

El porcentaje de contribución a la IDA de los municipios nombrados anteriormente sería: Tacoronte (60,4%), San Juan de la Rambla (49%), La Victoria (57,4%), La Matanza (48,2% - 60,6%), La Laguna (36,4% - 42,8%), La Guancha (30,4% - 41,4%), Icod de los Vinos (44,4% - 78,8%), Garachico (50%), El Tanque (87,6%), El Sauzal (46,8% - 55,2%), Adeje (71,8% - 97,8%). Aunque ninguno alcanza el 100% de la IDA, algunos municipios se encuentran cercanos. Esto podría conllevar un riesgo para la salud pues el agua no es la única fuente de fluoruro a la dieta, pudiendo superarse la IDA ampliamente si se considera el aporte de fluoruro total de la dieta.

Las consecuencias derivadas de una ingesta prolongada de elevadas concentraciones de fluoruro pueden producir fluorosis dental y/o fluorosis ósea. La fluorosis dental afecta únicamente a niños, como resultado de una elevada ingesta de fluoruro durante el periodo de formación de los dientes. Se caracteriza por la aparición de áreas blancas en el esmalte dental. En casos más graves, se reduce la mineralización del esmalte que da lugar a la formación de dientes moteados, con esmalte quebradizo y deformación de los dientes.

La fluorosis ósea se produce por la acumulación progresiva de fluoruro sobre los huesos. Esto da lugar al aumento de la densidad ósea por calcificaciones ligamentarias, en especial en la columna vertebral. Además, el fluoruro ejerce efectos perjudiciales sobre el sistema endocrino, causando alteraciones en las glándulas tiroideas y paratiroides.

**(4) La IDA para nitratos ( $\text{NO}_3^-$ ) es de 3,7 mg/kg/día. Calcula el NOAEL, considerando un factor de seguridad de 100.**

Se tiene que la IDA es obtenida dividiendo el NOAEL por el factor de seguridad, con lo cual se obtiene el NOAL despejando en la siguiente ecuación:

$$\begin{aligned}IDA &= \text{NOAEL}/(\text{Factor de incertidumbre}) \rightarrow \\ \rightarrow IDA \cdot \text{Factor de incertidumbre} &= \text{NOAEL} \rightarrow \\ \rightarrow \text{NOAEL} &= 3,7 \text{ mg/kg/día} \cdot 100 = \mathbf{370 \text{ mg/kg/persona}}\end{aligned}$$

**(5) En la evaluación de la exposición de una población al consumo de aditivos, se ha obtenido una ingesta diaria estimada de 17,7 mg/día. Considerando la IDA fijada en 0,75 mg/kg peso/persona, evalúa el riesgo para un adulto de 60 kilos y para un niño de 25 kilos.**

En el caso de un adulto de 60 kilos, se tendría que obtener la IDA para el peso indicado:

$$0,75 \cdot 60 = 45 \text{ mg por día}$$

$$\text{IDE} = 17,7 \text{ mg} < \text{IDA} = 45 \text{ mg}$$

A continuación, se calcula el porcentaje de contribución a la IDA, siendo:

$$\% \text{ contribución} = \frac{17,7 \text{ mg/día}}{45 \text{ mg/día}} \cdot 100 \rightarrow$$

$$\rightarrow \mathbf{39,3\% \text{ del } 100\% \text{ de la IDA}}$$

Teniendo en cuenta el porcentaje de contribución a la ingesta diaria admisible es menor al 100% de ésta, no existiría riesgo para la salud.

En el caso de un niño de 25 kilos, se tendría que la IDA para el peso indicado sería la siguiente:

$$0,75 \cdot 25 = 18,75 \text{ mg por día}$$

$$IDE = 17,7 \text{ mg} < IDA = 18,75 \text{ mg}$$

A continuación, se calcula el porcentaje de contribución a la IDA, siendo:

$$\% \text{ contribución} = \frac{17,7 \text{ mg/día}}{18,75 \text{ mg/día}} \cdot 100 \rightarrow$$

**→ 94,4% del 100% de la IDA**

En este caso, a pesar de que el porcentaje de contribución a la IDA es menor, se encuentra muy cercano a alcanzar el 100% de ésta. Con lo cual, aunque no hay riesgo puesto que no se supera, podría verse superada con facilidad con el consecuente riesgo para la salud.

**(6) Un individuo consume 40 g/día de embutidos que tienen una concentración media de 125 mg/kg del conservante nitrito (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>). ¿Qué porcentaje de la IDA (ingesta diaria admisible) de nitritos consume este sujeto de 80 kg? ¿Existiría riesgo para la salud de dicho individuo?**

**Datos:** valor de IDA de nitritos de 0,07 mg/kg/persona.

Conocido el consumo diario de embutidos, se procede a calcular la ingesta diaria estimada de nitritos:

$$IDE = (40 \text{ g/día})/1000 \times 125 \text{ mg/kg} = 5 \text{ mg/día}$$

Una vez conocido el valor de la IDE, se procede a calcular el porcentaje de contribución a la ingesta diaria admisible (IDA).

$$\%TWI = [(5 \text{ mg/día})/(0,07 \text{ mg})]/(80 \text{ kg}) \times 100 = 89,3 \%$$

Con lo cual, la ingesta de 40 gramos al día de embutidos no supone un riesgo para un individuo de 80 kilos pues no supera al IDA establecida. Sin embargo, el

porcentaje de contribución es muy cercano al 100% del valor máximo de ingesta admisible.

**(7) Según los datos indicados en la tabla adjunta, valora si el aporte de aspartamo para un individuo de 60 kilos supondría un riesgo para su salud. Datos:** IDA de aspartamo de 40 mg/kg peso corporal/día.

Alimentos	Concentración aspartamo	Consumo diario	IDE (mg/día)
Cerveza sin alcohol	500 mg/L	200 mL/día	100
Mermelada	800 mg/kg	20 g/día	16
Conservas agridulces de pescado	250 mg/kg	50 g/día	12,5
Natillas light	800 mg/kg	80 g/día	64

A continuación, se calcula la ingesta diaria total de aspartamo:

$$\text{IDE total} = 100 + 16 + 12,5 + 64 = 192,5 \text{ mg/día}$$

Conociendo la IDE total, se obtiene el valor de IDA para un adulto de 60 kilos:

$$40 \cdot 60 = 2400 \text{ mg por día}$$

Por último, se calcula el porcentaje de contribución a la IDA de aspartamo, siendo:

$$\% \text{ contribución} = \frac{192,5 \text{ mg/día}}{2400 \text{ mg/día}} \cdot 100 \rightarrow 8,02 \%$$

Teniendo en cuenta el porcentaje de contribución, no existe riesgo para la salud de un adulto de 60 kilos.

**(8) En un estudio se ha determinado el nivel de Pb en muestras de leches de continuación. El nivel medio ha sido de 0,07 mg/kg de peso seco de Pb. La dosis diaria de leche de continuación es de 150 gramos. Considerando que estos productos se destinan a niños de 6 a 12 meses con un peso corporal medio de 9 kilos. ¿Existiría riesgo por ingesta de plomo? Datos: TDI de plomo de 0,5 µg/kg de peso corporal/día.**

A continuación, se calcula la ingesta diaria estimada de plomo:

$$IDE = 0,15 \frac{kg}{día} \cdot 0,07 \frac{mg}{kg} \text{ de Pb} = 0,0105 \text{ mg/día} \rightarrow 10,5 \mu\text{g/día}$$

Conociendo la IDE de Pb, se calcula el porcentaje de contribución a la TDI, siendo:

$$\% \text{ contribución} = \frac{\left[ \frac{10,5 \mu\text{g}}{día} \right]}{\left[ \frac{0,5 \mu\text{g}}{día} \right]} \cdot 100 \rightarrow 233 \%$$

Teniendo en cuenta el porcentaje de contribución, existe riesgo para la salud de los niños de 6 a 12 meses que consumen este producto.

**(9) En la siguiente tabla se recoge el consumo medio y el nivel de plomo de diferentes grupos de alimentos. ¿Qué grupos de alimentos contribuyen más a la ingesta de Pb? ¿Existe riesgo tóxico? Datos: TDI de plomo de 0,5 µg/kg de peso corporal/día. Peso medio de un adulto de 70 kg.**

Alimentos	Concentración de Pb (µg/kg)	Consumo diario (g/día)	IDE (µg/día)
Leche	12	300,6	3,61
Queso	2,3	28,1	0,065
Yogurt	66	44,8	2,96

Cereales	1,66	146,9	0,24
Pescados	367	53	19,5
Carnes	37,3	57,9	2,16
Embutidos	345	33,1	11,4
Legumbres	0,1	30,4	0,004
Fruta	52	234,1	12,2
Verdura	0,14	105,1	0,02
Agua	7,3	2 L/día	14,6
IDE total de Pb (mg/día)			66,8

Conociendo la IDA total, se calcula el porcentaje de contribución a la TDI de Pb:

$$\% \text{ contribución} = \frac{\left[ \frac{66,8 \frac{\mu\text{g}}{\text{día}}}{0,5 \frac{\mu\text{g}}{\text{día}}} \right]}{70 \text{ kilos}} \cdot 100 \rightarrow 191 \%$$

Teniendo en cuenta el porcentaje de contribución procedente de la dieta, si existe riesgo para la salud de un adulto de 70 kilos pues se supera ampliamente la ingesta diaria tolerable de plomo.

**(10) En cereales de chocolate para el desayuno se ha detectado una concentración de acesulfamo de potasio de 15 mg/kg mientras que en zumos infantiles se ha detectado una concentración de 35 mg/L. Teniendo en cuenta que un niño de 13 años y 40 kilos de peso consumo**



**40 gramos de estos cereales y un vaso de 300 mL de zumo al día.**

**¿Existiría riesgo para la salud? Datos: IDA de 9 mg/kg peso corporal/día.**

A continuación, se calcula la ingesta diaria estimada de este edulcorante:

$$IDE = \left(0,04 \frac{kg}{día} \cdot 0,015 \frac{mg}{kg}\right) + \left(0,3 \frac{L}{día} \cdot 0,035 \frac{mg}{L}\right) = 0,0111 \text{ mg/día}$$

Conociendo la IDE de acesulfamo, se calcula el porcentaje de contribución a la IDA, siendo:

$$\% \text{ contribución} = \left(\frac{\frac{0,0111 \frac{mg}{día}}{\frac{9 \frac{mg}{kg}}{40kg}}}\right) \cdot 100 \rightarrow 0,003 \%$$

Teniendo en cuenta el porcentaje de contribución, no existe riesgo para la salud de este niño pues el porcentaje de contribución es bastante bajo.



**PROBLEMAS PROPUESTOS**

## PROBLEMAS PROPUESTOS

(1) En una población de la isla de Tenerife vive una familia de tres miembros: los progenitores con edades de 34 y 38 años y un bebé con una edad de 6 meses. Si tenemos en cuenta que los niveles de flúor encontrados en el agua son de 2,79 mg/L. ¿Existe riesgo por el consumo de esta agua para los progenitores? Si hay riesgo, ¿cuánto tendrían que consumir para no superar la Ingesta Máxima Tolerable? ¿Sería conveniente preparar los biberones del bebé con esta misma agua? ¿Por qué? Ten en cuenta la información que se recoge en la Tabla 1.

**Datos:** consumo medio de agua de 2 L/día; nivel paramétrico para aguas de consumo humano 1,5 mg/L; IDA de fluoruro de 10 mg/día.

### Relación entre concentración de fluoruro y el posible efecto sobre la salud

Concentración (mg F/L)	Efectos sobre la salud
< 0,5	Caries dental
0,5-1,0	Mejora la salud dental
1,5-4	Fluorosis dental
> 4	Fluorosis dental y ósea
>10	Fluorosis ósea degenerativa

(2) Considerando un factor de seguridad de 100 calcular la ingesta diaria admisible de nitritos ( $\text{NO}_2^-$ ) sabiendo que el NOAEL obtenido es de 7 mg/kg/persona.

(3) La concentración máxima de nitratos ( $\text{NO}_3^-$ ) en aguas de consumo humano es de 50 mg/L (Real Decreto 140/2003). ¿Cuántos litros hemos de consumir de un agua que tiene 40 mg/L de  $\text{NO}_3^-$ , para superar la IDA. Datos: IDA de 3,7 mg/kg de peso corporal/día.

(4) La siguiente tabla recoge el contenido en nitratos ( $\text{NO}_3^-$ ) de alimentos y bebidas consumidos por un individuo vegetariano. Teniendo en cuenta el consumo diario de cada uno de estos alimentos, responde a las siguientes preguntas. Datos: IDA de nitratos de 3,7 mg/kg de peso corporal/día.

a) ¿Cuál es la ingesta diaria estimada de nitratos?

b) ¿Existe riesgo toxicológico?

c) ¿Cuál es el margen de seguridad?

Alimentos	Concentración nitratos	Consumo diario	IDE
Legumbres	800 mg/kg	29,2 g/día	
Frutas	750 mg/kg	218,4 g/día	
Verduras	200 mg/kg	107,8 g/día	
Papas	160 mg/kg	143,2 g/día	
Agua de bebida	25 mg/L	2 L	

(5) Un individuo de 85 kg bebe 500 mL al día de bebidas refrescantes que tienen una concentración de 0,4 g/L de ácido benzoico o E-210. Calcula la IDE y el porcentaje de contribución a la IDA. ¿Existe riesgo para la

salud de este individuo? Datos: IDA de ácido benzoico de 5 mg/kg de peso corporal/día.

- (6) En una fábrica los trabajadores están en contacto ambiental con acetato de metilo cuya VLA-ED (valor límite ambiental de exposición diaria) está fijada en 250 mg/m<sup>3</sup>. Las exposiciones medias a lo largo de la jornada laboral han sido ED1 = 32 ppm; ED2 = 50 ppm; ED3 = 120 ppm; ED4 = 23 ppm; ED5 = 110 ppm. ¿Ha existido riesgo para los trabajadores por exposición al acetato de etilo durante su jornada laboral de 8 horas? El peso molecular del acetato de etilo es 74,1 g/mol.
- (7) El máximo permitido de SO<sub>2</sub> en gambas cocidas es de 50 mg/kg. La IDA de SO<sub>2</sub> es de 42 mg/kg de peso corporal/día. ¿Qué cantidad de gambas tendríamos que consumir al día para superar la IDA, suponiendo que contienen el máximo permitido de óxido de azufre (IV)?
- (8) Se ha analizado el contenido en metales tóxicos de dos especies de algas comestibles. Teniendo en cuenta los datos que se exponen en la siguiente tabla, ¿el consumo de 5 gramos de alga deshidratada al día supondría un riesgo para la salud? Datos: TWI de Al de 1 mg/kg peso corporal/semana, TWI de Cd de 2.5 µg/kg pc/semana, TWI de Hg de 4 µg/kg pc/semana, TDI de Pb de 0.5 µg/kg pc/día. Considera un adulto de 60 kilos.

Metal	Algas wakame (mg/kg peso seco)	Algas kombu (mg/kg peso seco)
Al	78	34,7
Cd	1,11	0,08
Pb	0,31	0,38
Hg	0,011	0,50

(9) Se ha determinado el contenido de metales tóxicos en muestras de calamares congelados. Las concentraciones medias han sido: Al (3,09 mg/kg), Cd (0,29 mg/kg) y Pb (0,04 mg/kg). Suponiendo que en un comedor escolar se sirven raciones de 200 gramos dos veces a la semana, ¿existiría riesgo por ingesta de metales tóxicos en niños de 40 kilos? Datos: TWI de Al de 1 mg/kg peso corporal/semana, TWI de Cd de 2.5 µg/kg pc/semana, TWI de Hg de 4 µg/kg pc/semana, TDI de Pb de 0.5 µg/kg pc/día.

(10) En la siguiente tabla se recoge el consumo medio y el nivel de cobre de diferentes grupos de alimentos. ¿Qué grupos de alimentos contribuyen más a la ingesta dietética de Cu? ¿Se cumplen las recomendaciones? Datos: IDR de Cu de 1,1 mg/día para adultos.

Alimentos	Concentración de Cu (mg/100g)	Consumo diario (g/día)	IDE (mg/día)
Leche	0,01	300,7	
Queso	0,13	25,1	
Yogurt	0,01	45,7	
Pescados	0,30	45,8	
Carne	0,15	45,9	
Frutas	0,20	218,4	
Papas	0,17	143,2	
Legumbres	0,80	27,2	

(11) Ha sido determinado el contenido de metales tóxicos en tofu.

Suponiendo un consumo de 200 gramos al día de tofu. Datos: TWI de Al de 1 mg/kg peso corporal/semana, TWI de Cd de 2.5 µg/kg pc/semana, TWI de Hg de 4 µg/kg pc/semana, TDI de Pb de 0.5 µg/kg pc/día.

a) ¿Existe riesgo para la salud de los consumidores adultos de 68 kilos medio?

b) Suponiendo que un niño de 38 kilos consume 200 gramos de tofu al día, ¿estaría en riesgo por consumo excesivo de metales tóxicos?

Metal	C. media (mg/kg peso húmedo)	IDE (mg/día)	Contribución (%)
Al	2,51		
Cd	0,01		
Pb	0,02		

(12) Ha sido determinado el contenido de mercurio total en muestras de filetes de panga congelados encontrándose una concentración media de 0,22 mg/kg de peso fresco. Datos: TWI de Hg de 4 µg/kg pc/semana.

c) Considerando un consumo de 50 gramos al día por un adulto de 60 kilos, ¿existiría riesgo para su salud?

d) Considerando un consumo de 50 gramos al día por un niño de 30 kilos, ¿existiría riesgo para su salud?

(13) Se han encontrado concentraciones de 0,01 mg/kg de bisfenol A en platos preparados para microondas. Suponiendo un consumo de 250 gramos al día de estos alimentos. ¿Supondría un riesgo para la salud de adultos de 60 kilos? Datos: t-TDI (ingesta diaria tolerable temporal) de 0,05 mg/kg peso corporal/día.



- (14) Analiza la siguiente noticia publicada en el periódico electrónico "20minutos.es"<sup>28</sup>. Suponiendo que los pescados llegan a la mitad del límite máximo de mercurio ¿Existiría riesgo para la salud de niños? Datos: TWI de Hg de 4 µg/kg pc/semana. Peso medio de un niño de 30 kilos.



## Piden reducir el consumo de perca y panga tras hallar restos de mercurio y pesticidas

- La OCU ha realizado análisis en filetes de ambos pescados.
- La organización aconseja limitar su consumo a una vez por semana, tras hallar restos contaminantes que entran en los límites legales.

Restos de pesticidas y de mercurio en los filetes de panga y perca. La Organización de Consumidores y Usuarios (OCU) ha recomendado este jueves **reducir el consumo** de ambos pescados después de que los análisis realizados sobre los mismos hayan detectado la presencia de estas **sustancias nocivas** para la salud.

La OCU asegura que estos **residuos contaminantes** están dentro de los límites legales y no suponen un **riesgo inmediato** para la salud, aconseja **no comerlos más** de una vez por semana. Para esta organización, el panga y la perca han entrado "con fuerza" en los **hábitos** de compra y consumo españoles, sobre todo, en **comedores colectivos** donde a veces se sirven como filetes de lenguado o mero pero, tras sospechar de la presencia de posibles contaminantes

ambientales por su producción "intensiva" y zonas donde se localiza, la OCU analizó 23 muestras de panga (17 congeladas y seis frescas) y otras seis de perca con la citada conclusión.

Se trata de dos **pescados de agua dulce** y criados en **acuicultura** que proceden de países lejanos: el panga se cría en el río Mekong (Vietnam) y la perca habita en el lago Victoria en África. En concreto, en cuatro de las muestras de panga se encontró la **trifluoralina**, un herbicida prohibido en Europa mientras que en los filetes de perca no se encontraron plaguicidas.

También detectaron **mercurio** en nueve de las **29 muestras de panga y perca** analizadas. Las cantidades de mercurio no superan el límite legal de 0,5 mg/Kg pero, en algunos casos, sí alcanzaron la mitad de esa cifra. A juicio de la OCU, se debería "**reconsiderar**" la lista de los pescados que se suelen considerar como fuente de mercurio, como el atún o el emperador, tras estos resultados.

"Teniendo en cuenta que estos pescados se sirven en **comedores escolares** y los niños pueden llegar a comerlos varias veces por semana, al final la **ingesta** de mercurio puede llegar a ser significativa", subraya la OCU.

La OCU destaca que estos pescados se sirven varias veces por semana en comedores escolares

<sup>28</sup> 20minutos.es (2010) Piden reducir el consumo de perca y panga tras hallar restos de mercurio y pesticidas. Disponible online: <https://www.20minutos.es/noticia/643544/0/reduccion/perca/panga/>

(15) Se han registrado las siguientes concentraciones de acrilamida: patatas fritas de paquete (3700 µg/kg), café instantáneo (338 µg/kg), chocolate en polvo (90 µg/kg) y pan blanco (108 µg/kg). Suponiendo un consumo medio diario de un adulto de 70 kilos de: 100 g de patatas fritas de paquete, 35 g de café instantáneo, 10 g de chocolate en polvo y 60 g de pan blanco. ¿Estaría en riesgo la salud de este individuo? Datos: BMDL<sub>10</sub> de 0,17 mg/kg de peso corporal/día (incidencia de tumores).



**ANEXOS**

**ANEXOS****ANEXO I. CONSUMO MEDIO DE PRINCIPALES ALIMENTOS****Tabla 5.** Datos de consumo medio de alimentos según la AECOSAN<sup>29</sup>

<b>Alimentos</b>	<b>Consumo medio (g/día)</b>	
	<b>Adultos</b>	<b>Niños</b>
<b>Cereales</b>	179,08	174,57
<b>Raíces y tubérculos</b>	71,71	67,62
<b>Legumbres</b>	14,61	15,58
<b>Azúcar y miel</b>	9,98	6,54
<b>Frutos secos y semillas oleaginosas</b>	6,76	3,89
<b>Aceites y grasas vegetales</b>	33,55	27,46
<b>Estimulantes</b>	8,10	17,6
<b>Hortícolas</b>	189,12	95,35
<b>Pescados y mariscos</b>	94,41	63,3
<b>Huevos</b>	31,21	24,34
<b>Frutas</b>	259,56	211,45
<b>Leche y productos lácteos</b>	350,52	428,37
<b>Carne y despojos</b>	167,15	153,8
<b>Grasas y aceites animales</b>	20,25	24,47
<b>Platos preparados</b>	16,99	16,41
<b>Bebidas</b>	128,55	42,61

<sup>29</sup> AECOSAN (2006) Modelo de la dieta española para la determinación de la exposición del consumidor a sustancias químicas. Madrid, España.

# ANEXO II. TABLA PERIÓDICA

## TABLA PERIODICA DE ELEMENTOS

1 1.00797 2.1 <b>H</b> HIDROGENO 1,-1 -258.2 0.0709																	2 4.0026 <b>He</b> HELIO -268.7 0.126 -268.9						
3 6.939 1.0 <b>Li</b> LITIO 1 180.5 1330 0.535	4 9.0122 1.5 <b>Be</b> BERILIO 2 1277 2770 1.85																	5 10.811 2.0 <b>B</b> BORO 3 2250 2550 2.31	6 12.0111 2.5 <b>C</b> CARBONO 2,-4 3727 4630 2.26	7 14.0069 3.0 <b>N</b> NITROGENO 2,+3,4,5 209.5 195.8 0.806	8 15.9994 3.5 <b>O</b> OXIGENO -2 -218.8 -183 1.14	9 18.9984 4.0 <b>F</b> FLUORO -1 -218.8 -158.2 1.11	10 20.183 <b>Ne</b> NEON -248.6 -246 1.204
11 22.9897 0.9 <b>Na</b> SODIO 1 97.8 882.9 0.971	12 24.312 1.2 <b>Mg</b> MAGNESIO 2 660 1107 1.74																	13 26.9815 1.5 <b>Al</b> ALUMINIO 3 660 2450 2.70	14 28.086 1.8 <b>Si</b> SILICIO 4 1410 2680 2.33	15 30.9738 2.1 <b>P</b> FOSFORO 2,+3,5 44.2 280 1.82	16 32.064 2.5 <b>S</b> AZUFRE -2,4,6 112.8 -183 2.07	17 35.453 3.0 <b>Cl</b> CLORO -1,+1,3,5,7 -101 -34.7 1.56	18 39.948 <b>Ar</b> ARGON -189.4 -185.8 1.40
19 39.102 0.8 <b>K</b> POTASIO 1 63.7 780 0.862	20 40.08 1.0 <b>Ca</b> CALCIO 2 838 1440 1.55	21 44.956 1.3 <b>Sc</b> ESCANDIO 3 1539 2730 2.99	22 47.88 1.5 <b>Ti</b> TITANIO 3,4 1666 3260 4.51	23 50.942 1.6 <b>V</b> VANADIO 2,3,4,5 1900 3450 6.07	24 51.996 1.6 <b>Cr</b> CROMO 2,3,6 1676 2150 7.18	25 54.938 1.5 <b>Mn</b> MANGANESO 2,3,4,6,7 1245 2150 7.43	26 55.847 1.8 <b>Fe</b> HIERRO 2,3 1536 2740 7.87	27 58.933 1.6 <b>Co</b> COBALTO 2,3 1453 2900 8.9	28 58.71 1.6 <b>Ni</b> NIQUEL 2,3 1453 2730 8.9	29 63.54 1.9 <b>Cu</b> COBRE 1,2 1083 2595 8.96	30 65.37 1.6 <b>Zn</b> CINCO 2 419.5 906 7.14	31 69.72 1.6 <b>Ga</b> GALIO 3 29.8 2237 5.91	32 72.59 1.8 <b>Ge</b> GERMANIO 4 937.4 2830 5.36	33 74.922 2.0 <b>As</b> ARSENICO -3,5 613 817 5.72	34 78.96 2.4 <b>Se</b> SELENIO -2,4 217 665 4.79	35 79.909 2.8 <b>Br</b> BROMO -1,3,5 -7.2 58.8 3.12	36 83.80 <b>Kr</b> KRIPTON -157.3 -152 2.6						
37 85.47 0.8 <b>Rb</b> RUBIDIO 1 38.9 856 1.532	38 87.62 1.0 <b>Sr</b> ESTRONCIO 2 768 1380 2.5	39 88.905 1.3 <b>Y</b> ITRIO 3 1509 2927 4.48	40 91.22 1.4 <b>Zr</b> CIRCONIO 2,3,4 1852 3580 6.49	41 92.906 1.6 <b>Nb</b> NIOBIO 3,5 2420 3300 8.57	42 95.94 1.8 <b>Mo</b> MOLIBDENO 2,3,4,5,6 2620 3300 10.22	43 97.90 1.9 <b>Tc</b> TECNICIO 2,4,7 2140 4900 11.5	44 101.07 2.2 <b>Ru</b> RUTENIO 2,3,4,6,8 2500 4900 12.2	45 102.905 2.2 <b>Rh</b> RADIO 1,2,3,4 1986 4500 12.42	46 106.4 2.2 <b>Pd</b> PALADIO 2,4 1552 3980 12.03	47 107.87 1.9 <b>Ag</b> PLATA 1,2 2210 10.5	48 112.4 1.7 <b>Cd</b> CADMIO 2 320.9 785 8.64	49 114.82 1.7 <b>In</b> INDIO 3 156.2 2070 7.31	50 118.69 1.8 <b>Sn</b> ESTANIO 2,4 231.9 2270 7.31	51 121.75 1.9 <b>Sb</b> ANTIMONIO -3,5 630.5 1390 6.62	52 127.60 2.1 <b>Te</b> TELURIO -2,4,6 450 1390 6.24	53 126.904 2.5 <b>I</b> YODO -1,3,5 113.5 184.3 4.94	54 131.30 <b>Xe</b> XENON -111 -108.0 3.06						
55 132.905 0.7 <b>Cs</b> CESIO 1 28.7 890 1.90	56 137.34 0.9 <b>Ba</b> BARIO 2 714 1840 3.61	57 138.91 1.1 <b>La</b> LANTANO 3 920 3470 6.17	72 178.49 1.3 <b>Hf</b> HAFNIO 4 2220 5400 13.1	73 180.948 1.5 <b>Ta</b> TANTALIO 5 2996 5400 16.6	74 183.85 1.7 <b>W</b> WOLFRAMIO 2,3,4,5,6 3380 5900 19.26	75 186.2 1.9 <b>Re</b> RENIIO 2,4,6,7-1 3170 5900 21	76 190.2 2.2 <b>Os</b> OSMIO 4,6,8 2700 5600 22.7	77 192.2 2.2 <b>Ir</b> IRIDIO 2,3,4,6 2454 5300 22.64	78 195.09 2.2 <b>Pt</b> PLATINO 2,4 1769 4530 21.45	79 196.967 2.4 <b>Au</b> ORO 1,3 1063 2970 19.3	80 200.59 1.9 <b>Hg</b> MERCURIO -2,4 384 357 13.59	81 204.37 1.7 <b>Tl</b> TALIO 1,3 303 2600 11.85	82 207.19 1.8 <b>Pb</b> PLOMO 2,4 327.4 2600 12.6	83 208.98 1.9 <b>Bi</b> BISMUTO 3,5 371.3 2600 11.34	84 210 2.0 <b>Po</b> POLONIO 2,4 254 9.2	85 210 2.0 <b>At</b> ASTATO -1,5 302 -71 -81.8	86 222 <b>Rn</b> RADON						
87 223 0.7 <b>Fr</b> FRANCIO 1 27	88 226 0.8 <b>Ra</b> RADIO 2 700	89 227 1.1 <b>Ac</b> ACTINIO 3 1080	104 261 1.3 <b>Ku</b> KURCIATOVIO 4	105 262 <b>Ha</b> HANIO 0																			

LANTANIDOS

ACTINIDOS

58 140.12 1.1 <b>Ce</b> CERIO 3,4 795 3468 6.77	59 140.907 1.1 <b>Pr</b> PRASEODIMIO 3,4 935 3127 6.78	60 144.24 1.2 <b>Nd</b> NEODIMIO 3 1024 3027 7.00	61 147 <b>Pm</b> PROMETIO 3 1027	62 150.36 1.2 <b>Sm</b> SAMARIO 2,3 1072 1900 7.54	63 151.96 <b>Eu</b> EUROPIO 2,3 826 1439 5.26	64 157.25 1.1 <b>Gd</b> GADOLINIO 3 1312 3000 7.89	65 158.924 1.2 <b>Tb</b> TERBIO 3,4 1356 2800 8.27	66 162.50 <b>Dy</b> DISPROSIO 3 1407 2600 8.54	67 164.93 1.2 <b>Ho</b> HOLMIO 3 1461 2600 8.8	68 167.26 1.2 <b>Er</b> ERBIO 3 1497 2900 9.05	69 168.934 1.2 <b>Tm</b> TULIO 2,3 1545 1727 9.33	70 173.04 1.1 <b>Yb</b> YTERBIO 2,3 824 1427 6.98	71 174.97 <b>Lu</b> LUTENCIO 3 1652 3327 9.84
90 232.038 1.3 <b>Th</b> TORIO 4 1750 3850 11.7	91 231 1.3 <b>Pa</b> PROTACTINIO 4,5 1290 15.4	92 238.03 1.7 <b>U</b> URANIO 3,4,5,6 1132 3818 19.05	93 237 1.3 <b>Np</b> NEPTUNIO 3,4,5,6 637 19.5	94 242 1.3 <b>Pu</b> PLUTONIO 3,4,5,6 640 3235 19.5	95 243 1.3 <b>Am</b> AMERICIO 3,4,5,6 11.7	96 247 <b>Cm</b> CURIO 3	97 247 <b>Bk</b> BERKELIO 3,4	98 249 <b>Cf</b> CALIFORNIO 3	99 254 <b>Es</b> EINSTEINIO	100 253 <b>Fm</b> FERMIO	101 256 <b>Md</b> MENDELEVIO	102 256 <b>No</b> NOBELIO	103 257 <b>Lr</b> LAWRENCIO



**ABREVIATURAS**



## ABREVIATURAS

AECOSAN: Agencia Española de Consumo, Seguridad Alimentaria y Nutrición

BMDL: bechmark dose lover confidence limit

EFSA: Environmental Food Safety Authority

EPA: Environmental Protection Agency

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

IDA: ingesta diaria admisible

IDE: ingesta diaria estimada

IDR: ingesta diaria recomendada

IOM: Institute of Medicine

LOAEL: lowest observed adverse effect level o nivel mínimo de efecto adverso observable

LOEL: lowest observed effect level o nivel minimo de efecto observable

NOAEL: no observed adverse effect level o nivel sin efecto adverso observable

NOEL: no observed effect level o nivel sin efecto observable

SCHER: Scientific Committee on Health and Environmental Risks

TDI: tolerable daily intake o ingesta diaria tolerable

TWI: tolerable weekly intake o ingesta semanal tolerable

UL: upper level intake o ingesta máxima

WHO: World Health Organization

**MANUAL DE PROBLEMAS**

**EVALUACIÓN DEL RIESGO TOXICOLÓGICO DE  
LOS ALIMENTOS**