

2015



Contaminantes de proceso.

Estudio de dieta
total en Catalunya.

**3-MCPD, 2-MCPD,
sus ésteres de ácidos
grasos y los ésteres
glicidílicos.**



Dirección:

Carme Chacón Villanueva
Agencia Catalana de Seguridad Alimentaria

Autores:

Jaume Bosch Collet, Isabel Timoner Alonso, Emilio Vicente Tascón, Victòria Castell Garralda
Agencia Catalana de Seguridad Alimentaria

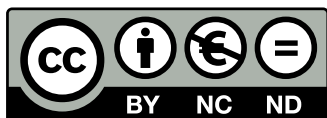
Josep Lluís Domingo Roig, Martí Nadal Lomas, Neus González Paradell
Universidad Rovira i Virgili

Iñaki Beriguistain Seguí, Eva Muñoz Cánovas, Toni Rúbies Prat
Servicio de Química
Laboratorio de la Agencia de Salud Pública de Barcelona

Diseño: Vincent Agència

Algunos derechos reservados

©2018, Generalitat de Catalunya. Departamento de Salud.



Los contenidos de esta obra están sujetos a una licencia de Reconocimiento-NoComercial-SinObrasDerivadas 4.0 de Creative Commons. La licencia se puede consultar en: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/es/>.

Edita:

Agencia Catalana de Seguridad Alimentaria

1a edición:

Barcelona, octubre de 2018

Asesoramiento lingüístico:

Sección de Planificación Lingüística del Departamento de Salud

Índice

1	Introducción	4
2	Objetivos	5
3	Materiales y métodos	6
4	Resultados y discusión	14
5	Referencias	20

1 Introducción

El 3-monocloropropano-1,2-diol (3-MCPD) y el 2-monocloropropano-1,3-diol (2-MCPD) son componentes de un grupo de contaminantes denominado cloropropanoles. Estas sustancias son derivados clorados del glicerol y se identificaron en la década de los 90 como componentes de la proteína vegetal hidrolizada (HVP). Por otra parte, los ésteres de ácidos grasos de 2-MCPD y 3-MCPD (MCPDE) y los ésteres glicidílicos (GE) son contaminantes generados durante la fase de desodorización del refinado de aceites vegetales. Los MCPDE se forman a partir de los acilglicérols en condiciones de altas temperaturas y presencia de sustancias cloradas, mientras que los GE solo se forman a partir del diacilglicérol (DAG) bajo condiciones de altas temperaturas y no se requiere que esté presente el cloro. Este hecho supone un especial problema en el caso del aceite de palma, que contiene un 4-12% de DAG (EFSA, 2016). Después de que se hayan ingerido, los MCPDE y los GE se descomponen completamente en ácidos grasos y, respectivamente, en el correspondiente MCPD y glicidol.

El Centro Internacional de Investigaciones sobre el Cáncer (IARC) ha clasificado el glicidol como probable carcinógeno para las personas (grupo 2A). Existen estudios recientes que señalan una liberación casi total del glicidol procedente de ésteres de ácidos grasos en el tubo digestivo (DOUE, 2014).

Según el Centro Internacional de Investigaciones sobre el Cáncer (IARC, 2012), se ha identificado el 3-MCPD como posible carcinógeno para las personas (grupo 2B). En el año 2001, el Comité Científico de la Alimentación Humana de la UE estableció una ingesta diaria tolerable (TDI) de 2 µg/kg (SCF of EC, 2001), valor que en el año 2016 los expertos de la Comisión Técnica de Contaminantes de la Cadena Alimentaria (CONTAM Panel) redujeron a 0,8 µg/kg/día (EFSA, 2016), pero que revisó al alza y lo volvió a fijar en 2 µg/kg/día para el 3-MCPD total, es decir la suma del 3-MCPD libre y sus ésteres de ácidos grasos.

Actualmente todavía no se ha aclarado la importancia toxicológica del 2-MCPD, aunque se sospecha que puede ser similar a la del 3-MCPD.

Los ésteres de ácidos grasos de MCPD y de glicidol se encuentran, principalmente, en aceites y grasas vegetales, y el aceite y grasa de palma es donde se encuentra en una proporción más elevada. Asimismo, otros grupos de alimentos también pueden contribuir a la exposición de estos contaminantes por la vía de la dieta, como pueden ser las patatas chips, la repostería cocinada sobre una superficie caliente, el hojaldre y las galletas. Para la población infantil, la leche infantil y de continuación, los aceites vegetales y las galletas son los grupos de alimentos que más contribuyen a la exposición a estos contaminantes (EFSA, 2016; Zelinková y col., 2009).

Hasta el momento no se dispone de suficiente información sobre los niveles de estos contaminantes en muchos alimentos, exceptuando algunos productos que tienen altas concentraciones de ellos, como la salsa de soja, proteína vegetal hidrolizada o aceites vegetales. Con el fin de actualizar los datos sobre los niveles de 3-MCPD, 2-MCPD, sus ésteres de ácidos grasos y los ésteres glicidílicos de ácidos grasos en alimentos de consumo en Cataluña, la Agencia Catalana de Seguridad Alimentaria (ACSA) ha promovido el desarrollo de un estudio que pretende analizar los niveles de dichos compuestos en los productos alimenticios susceptibles de contener concentraciones altas y que están presentes en el mercado.

2 Objetivos

El objetivo general de este estudio es evaluar los riesgos para la salud de la población catalana derivados de la ingesta dietética de 3-MCPD, 2-MCPD, sus ésteres de ácidos grasos y los ésteres glicidílicos de ácidos grasos.

Los objetivos específicos de este estudio son los siguientes:

- Recoger muestras de alimentos que potencialmente contienen 3-MCPD, 2-MCPD, sus ésteres de ácidos grasos o los ésteres glicidílicos de ácidos grasos, en muestras presentes en Cataluña.
- Preparar 2 alícuotas de muestras representativas compuestas (composite) de cada uno de dichos alimentos.
- Estimar la exposición a 3-MCPD, 2-MCPD, sus ésteres de ácidos grasos y los ésteres glicidílicos de ácidos grasos por parte de la población catalana.
- Evaluar los riesgos para la salud asociados a la exposición por el consumo dietético en estos contaminantes.

3

Materiales y métodos

6

3.1. Selección de los alimentos

Se seleccionaron los siguientes 21 tipos de alimentos en base a la recomendación de la OMS sobre el contenido de 3-MCPD, 2-MCPD, sus ésteres de ácidos grasos y los ésteres glicidílicos de ácidos grasos:

1. Patatas chips
2. Aperitivos a base de patatas (p. ej., Pringles)
3. Pan de molde
4. Pan tostado y biscotes
5. Pan blanco
6. Galletas
7. Margarina
8. Aceite de girasol
9. Aceite de orujo
10. Aceite de oliva refinado
11. Leche infantil de inicio (en polvo)
12. Leche infantil de continuación (en polvo)
13. Leche con cereales (líquida)
14. Cereales infantiles para reconstituir (en polvo)
15. Mayonesa (>50% de aceites)
16. Salsa de soja
17. Salsa para ensalada (>50% de aceite)
18. Bollería (pan de leche, hojaldre y magdalena)
19. Chocolate para untar
20. Galletas con aceite de palma
21. Mezcla de aceite para freír

3.2. Recogida de las muestras

En el año 2015, se analizó el contenido de acrilamida en diferentes muestras de alimentos recogidas en Cataluña. Se han aprovechado 10 de estas muestras compuestas (alimentos 1 a 10) para la determinación de los compuestos aquí evaluados. Más concretamente, se recogieron 336 muestras individuales en el mes de julio de 2015 en varios establecimientos de Tarragona y Reus, y se siguió el mismo procesamiento que para las muestras adquiridas para este proyecto, que se detalla a continuación.

Para los alimentos 11 a 21, se adquirieron nuevas muestras. Durante septiembre y octubre de 2016, se compraron 264 alimentos individuales de alimentos en las mismas ciudades de Tarragona y Reus. Se formaron 3 muestras compuestas para cada uno de los 21 tipos de alimentos, de modo que cada muestra compuesta estaba formada por 8 unidades individuales.

La preparación de las muestras compuestas se realizó siguiendo una metodología estándar:

- Formación de una muestra compuesta con 8 muestras individuales adquiridas independientemente.
- Pesaje de partes iguales de cada muestra individual.
- Trituración y homogeneización de las muestras utilizando robots de cocina, teniendo un cuidado de tipo analítico en la limpieza entre muestras para evitar la contaminación cruzada.
- Formación de 2 alícuotas en recipientes de plástico de laboratorio y conservación por congelación a una temperatura de $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ hasta el momento del análisis.

3.3. Procedimiento analítico

Los análisis se realizaron en el Laboratorio de la Agencia de Salud Pública de Barcelona, mediante la cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas (GC-MS). Se actuó de forma diferente para los ésteres y para los MCPD libres. Así, los diferentes ésteres de ácidos grasos (de los MCPD y del glicidol) se determinaron en la parte grasa de la muestra, mientras que los MCPD libres se cuantificaron en el extracto acuoso.

3.3.1. Ésteres de ácidos grasos y ésteres glicidílicos

Se actuó de la siguiente forma:

- Obtención y cuantificación del contenido de grasa en cada muestra.
- Bromación para transformar el éster glicidílico en éster de 3-MBPD.
- Hidrólisis para obtener 2-MCPD, 3-MCPD y 3-MBPD, mediante metanol y medio ácido a 40 °C durante 16 horas.
- Secado del extracto y redisolución con una disolución acuosa de sulfato de amonio.
- Eliminación de la grasa con n-hexano.
- Extracción de los compuestos con agua, por evaporación.
- Redisolución del extracto con acetato de etilo.
- Derivatización.
- Inyección, identificación y cuantificación de los compuestos por CG-MS.

3.3.2. 3-MCPD i 2-MCPD libres

Se actuó de la siguiente forma:

- Purificación previa con mezcla de acetona y n-hexano.
- Extracción de los compuestos con agua, por evaporación.
- Redisolución del extracto evaporado con acetato de etilo.
- Derivatización.
- Inyección, identificación y cuantificación de los compuestos por CG-MS.

3.4. Grupos de población estudiados

Siguiendo la metodología establecida en estudios anteriores y de acuerdo con las directrices de la OMS, se estudió la ingesta de los contaminantes evaluados en diferentes grupos de edad. La población se estructuró por edades en función de los datos del estudio de consumo más reciente, correspondiente a la Encuesta nacional de alimentación en la población infantil y adulta (ENALIA, 2015), realizada en el Estado español por la Agencia Española de Consumo, Seguridad Alimentaria y Nutrición (AECOSAN). En la tabla 1 se presentan los grupos de población estudiados y el peso corporal asumido para cada uno de los grupos.

Tabla 1. Grupos de población, intervalos de edad y peso

Grupo	Edad (años)	Peso corporal (kg)
Bebés	6 a 11 meses	74 ^a
Bebés	1 a 3	12,30 ^b
Niños	3 a 9	23,55 ^b
Adolescentes	10 a 17	50,93 ^c
Adultos	18 a 39	72,15 ^c
Adultos	40 a 64	77,15 ^c
Adultos mayores de 65 años	65 a 74	70,5 ^d

^a Datos de la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2003)

^b Datos de los Estudios Españoles de Crecimiento (SEEP. Carrascosa y col., 2010)

^c Datos del estudio ANIBES (Lopez-Sobaler y col., 2016)

^d Datos del Instituto Nacional de Estadística (INE, 2001)

3.5. Datos de consumo diario de alimentos

Como se ha comentado, con el fin de estimar de forma más realista la ingesta de los contaminantes evaluados, se utilizaron los datos de la Encuesta nacional de alimentación en la población infantil y adulta (ENALIA, 2015) realizada en el Estado español por la AECOSAN. Estos datos sustituyen las antiguas encuestas de ENCAT y EnKid, realizadas hace más de 15 años en Cataluña.

Las tablas 2 y 3 detallan los datos relativos al consumo (g/día) de los diferentes alimentos y para los diferentes grupos de edad considerados, según las encuestas ENALIA y ENALIA2.

Tabla 2. Consumo de alimentos (g/día) en diferentes grupos de población infantil (ENALIA)

Alimentos	6-11 meses	12-35 meses	3-9 años	10-17 años
Patatas chips	n.d.	n.d.	n.d.	3,70*
Aperitivos a base de Patata	0,011	0,82	2,29	2,27
Pan de molde	0,18	4,86	16,9	18,7
Pan tostado y biscotes	0	0,18	0,34	0,27
Pan blanco	2,03	17	52	89,9
Galletas	4,48	11,9	12,7	9,88
Margarina	0	0,25	0,73	0,65
Aceite de girasol	1,22	2,81	3,81	2,83
Aceite de orujo	0	0	0,004	0
Aceite de oliva refinado	6,84	7,23	10,7	14,4
Leche infantil de inicio	11,7	3,49	0,44	0,17
Leche infantil de continuación**	49,8	24,2	1,80	0,09
Leche con cereales	3,16	10,1	0,53	0,16
Cereales infantiles para reconstituir	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Mayonesa	0	0,11	0,41	0,9
Salsa de soja	n.d.	n.d.	n.d.	0,027*
Salsa para ensalada	n.d.	n.d.	n.d.	0,014*
Pan de leche	0,23	0,87	2,57	2,78
Hojaldre	0	0,10	0,89	0,33
Magdalena	0,057	1,85	4,35	5,49
Chocolate per untar	0	0,32	2,3	2,17
Galletas con palma de aceite	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Mezcla de aceite para freír	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

*Datos ENCAT 2002-2003, por grupo población de 10-19 años (ENCAT, 2003)

** se refiere a leche en polvo. Calculado a partir del dato ENALIA de leche reconstituida
n. d.: dato no disponible ni en ENCAT ni en ENALIA (ENALIA, 2015)

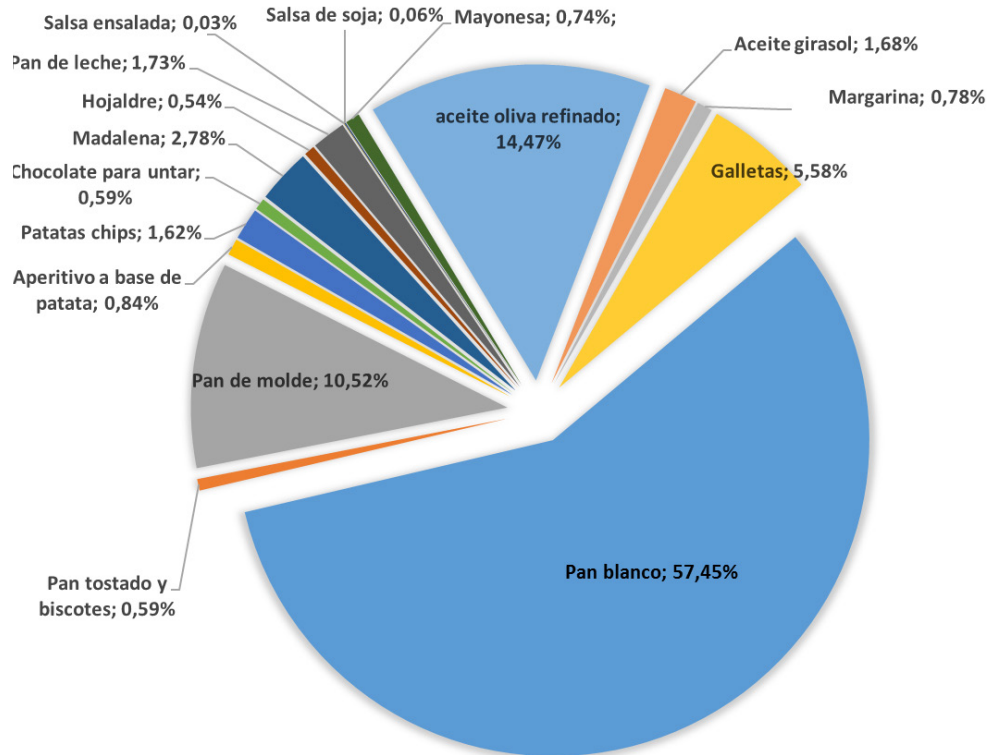
Tabla 3. Consumo de alimentos (g/día) en diferentes grupos de población adulta (ENALIA2)

Aliments	18-39 años	40-64 años	65-74 años	Embarassades
Patatas chips	n.d.	n.d.	0,55*	n.d.
Aperitivos a base de Patata	1,43	0,54	0,63	1,17
Pan de molde	16,3	8,03	8,2	17,5
Pan tostado y biscotes	0,48	0,8	0,52	0,84
Pan blanco	57,7	66,7	60,02	50,7
Galletas	6,68	5,98	4,25	6,9
Margarina	0,78	0,88	1	1,34
Aceite de girasol	2,19	1,58	1,53	0,87
Aceite de orujo	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Aceite de oliva refinado	13,9	17,06	16,2	15,3
Leche infantil de inicio	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Leche infantil de continuación	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Leche con cereales	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Cereales infantiles para reconstituir	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Mayonesa	0,93	0,74	0,6	1,31
Salsa de soja	n.d.	n.d.	0*	n.d.
Salsa para ensalada	0	0,05	0,02	n.d.
Pan de leche	2,04	1,97	1,02	2,45
Hojaldre	0,53	0,56	0,85	0,16
Magdalena	2,98	3,18	2,42	1,78
Chocolate per untar	1,53	0	0,15	1,66
Galletas con palma de aceite	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Mezcla de aceite para freír	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

*Datos ENCAT 2002-2003, por grupo de población de 65-80 años (ENCAT, 2003)
n. d.: dato no disponible ni en ENCAT ni en ENALIA2 (ENALIA2, 2015)

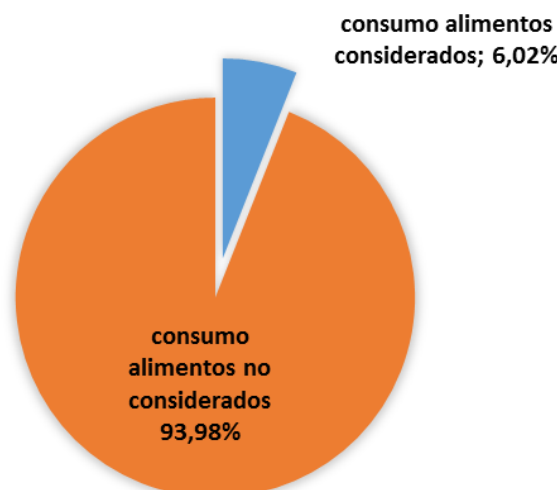
Por otra parte, la figura 1 detalla la distribución porcentual de la ingesta diaria de 21 alimentos que potencialmente contienen 3-MCPD, 2-MCPD, sus ésteres de ácidos grasos y los ésteres glicidílicos de ácidos grasos para la población adulta, según ENALIA2.

Figura 1. Distribución porcentual de la ingesta diaria de los 21 alimentos seleccionados en el estudio, y que potencialmente contienen 3-MCPD, 2-MCPD, sus ésteres de ácidos grasos y los ésteres glicidílicos de ácidos grasos, para la población adulta (18-74 años), según ENALIA



Según el informe de consumo alimentario de España, una persona consume 656,7 kg de comida al año, y ello supone 1,79 kg al día (MAPAMA, 2015). La figura 2 muestra el porcentaje de consumo de alimentos considerados en este estudio que son susceptibles de contener estos contaminantes respecto del consumo de alimentos total.

Figura 2. Distribución porcentual del consumo de los alimentos considerados en este estudio con respecto al consumo de alimentos total.



3.6 Estimación de la ingesta diaria de 3-MCPD, 2-MCPD, sus ésteres de ácidos grasos y de los ésteres glicidílicos de ácidos grasos

La ingesta de 3-MCPD, 2-MCPD, sus ésteres de ácidos grasos y los ésteres glicidílicos de ácidos grasos a través del consumo de 21 tipos de alimentos estudiados se puede calcular multiplicando la concentración de estos contaminantes en cada muestra por la cantidad diaria ingerida, y sumando todos los productos obtenidos.

$$\text{Ingesta diaria} = \sum (\text{concentración contaminante} \times \text{cantidad de alimento ingerido})$$

O bien, expresado por unidad de peso corporal:

$$\text{Ingesta diaria} = \sum \frac{(\text{concentración contaminante} \times \text{cantidad de alimento ingerido})}{\text{peso corporal}}$$

A partir de los datos de concentración, se han considerado dos escenarios de exposición:

1. Exposición media, partiendo de la concentración media.
2. Alta exposición, partiendo de la concentración máxima.

3.7 Estimación de resultados inferiores al límite de detección

En el tratamiento de resultados, en los casos en que un alimento presentaba una concentración de los contaminantes por debajo del límite de detección (LOD), se asumió que la concentración era una mitad del LOD ($\frac{1}{2}$ LOD), siguiendo las recomendaciones de la OMS (*medium-bound*).

4

Resultados y discusión

4.1 Concentración de MCPD libres, sus ésteres y los ésteres glicidílicos de ácidos grasos en alimentos

En la tabla 4 se detalla la concentración media de 3-MCPD, 2-MCPD, sus ésteres de ácidos grasos y de los ésteres glicidílicos de ácidos grasos de los 21 alimentos.

Tabla 4. Concentración media de 3-MCPD, 2-MCPD, sus ésteres y los ésteres glicidílicos de ácidos grasos ($\mu\text{g}/\text{kg}$) en los 21 alimentos estudiados

Alimentos	3-MCPD	2-MCPD	Ésteres de 3-MCPD	Ésteres de 2-MCPD	Ésteres glicidílicos
Patatas chips	<10	<10	102	50,67	68
Aperitivos a base de Patata	<10	<10	388,67	151,67	138
Pan de molde	15,1	<10	21	5	0
Pan tostado y biscotes	4,67	<10	68,33	24,33	61,67
Pan blanco	4,87	<10	0,67	1	3
Galletas	4,47	<10	190,67	91,33	305
Margarina	<20	<20	286,67	174,33	294,33
Aceite de girasol	<10	<10	616,67	321,33	406,67
Aceite de orujo	<10	<10	2266,67	733,33	736,67
Aceite de oliva refinado	<10	<10	396,67	198,33	266,67
Leche infantil de inicio (en polvo)	<10	<10	304,33	101,33	51,7
Leche infantil de continuación (en polvo)	<10	<10	171	72,67	27
Leche con cereales (líquida)	<20	<20	4,3	2,5	3,5
Cereales infantiles para reconstituir	<10	<10	2,33	1,5	0,5
Mayonesa	34,07	5,7	245,33	102,33	245,67
Salsa de soja	18,83	46	n.d.	n.d.	n.d.
Salsa para ensalada	12,33	12,33	229	97,33	95,33
Brioixeria	7,23	<10	388,33	107	264,67
Chocolate per untar	<10	<10	456,67	207	616,67
Galletas con palma de aceite	4,5	<10	296,67	114	343,33
Mezcla de aceite para freír	n.d.	n.d.	726,67	313,33	700

n. d. = no determinado.

En la figura 3 se observan las concentraciones medias de 3-MCPD y 2-MCPD libres, que solo están presentes en algunos de los productos estudiados, y que son básicamente productos de panadería, bollería y salsas. El alimento que más 3-MCPD contiene es la mayonesa (34,07 $\mu\text{g}/\text{kg}$), y con respecto al contenido de 2-MCPD, solo una de las tres muestras compuestas de salsa de soja dio un valor mayor que el límite de detección (128 $\mu\text{g}/\text{kg}$). En la mezcla de aceite para freír no ha sido posible determinar ni la concentración de 3-MCPD ni la de 2-MCPD, ya que la muestra no contenía fracción acuosa.

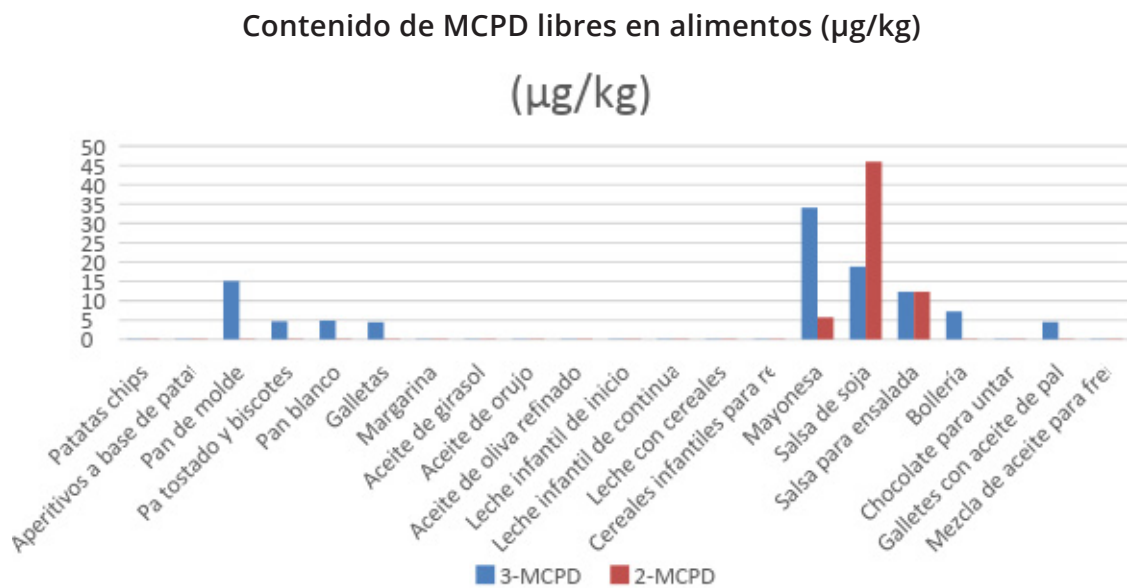


Figura 3. Concentración media de 3-MCPD y 2-MCPD en los 21 alimentos analizados

Por otra parte, en la figura 4 se pueden observar las concentraciones medias de los ésteres de 3-MCPD y 2-MCPD y de ésteres glicidílicos de ácidos grasos. Con respecto a los ésteres de ácidos grasos, la concentración más elevada se ha encontrado en el aceite de orujo (2.266,67 $\mu\text{g}/\text{kg}$, 733,33 $\mu\text{g}/\text{kg}$ y 736,67 $\mu\text{g}/\text{kg}$, respectivamente). En este caso no ha sido posible determinar la presencia de ésteres en la salsa de soja debido al bajo contenido en grasa de la muestra.

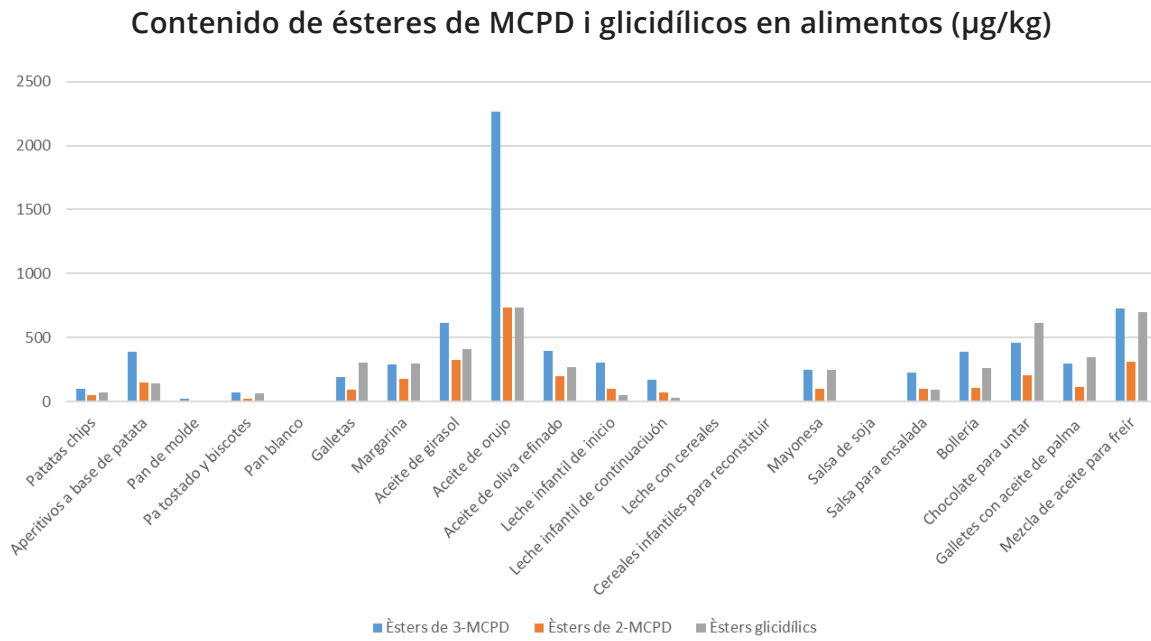


Figura 4. Concentraci3n media de ésteres de 3-MCPD, 2-MCPD y glicidílicos en los 21 alimentos analizados

Según la bibliografía científica, los aceites en general son los alimentos que tienen una concentraci3n media más elevada de todos estos contaminantes (EFSA, 2016; Zelinková y col., 2009), y estos resultados son confirmados por los resultados de concentraci3n de ésteres obtenidos en este estudio. Por otra parte, la bibliografía consultada también cita las patatas chips como uno de los alimentos con presencia alta de 3-MCPD, 2-MCPD y de ésteres glicidílicos de ácidos grasos (con promedios de 216 $\mu\text{g}/\text{kg}$, 135 $\mu\text{g}/\text{kg}$ y 110 $\mu\text{g}/\text{kg}$, respectivamente), pero en las muestras de patatas chips adquiridas para este estudio, las concentraciones de estos compuestos estuvieron por debajo de la media e, incluso, por debajo del límite de detecci3n en el caso del 3-MCPD y el 2-MCPD.

Ninguno de los valores promedios supera los límites máximos que establece el Reglamento 1881/2006. Solo el acete de orujo lo incumpliría para ésteres glicidílicos en caso de que se destinara a la elaboraci3n de alimentos infantiles, y también los preparados para lactantes con los valores que entrarán en vigor a partir de junio de 2019.

4.2 Exposición a MCPD libre, a sus ésteres de ácidos grasos y a los ésteres glicidílicos de ácidos grasos por el consumo de alimentos

En la figura 5 y en la tabla 5 se muestran las ingestas medias de los MCPD libres, de sus ésteres y de los ésteres glicidílicos de ácidos grasos para diferentes grupos de población, a partir de los datos de la encuesta de consumo estatal (ENALIA).

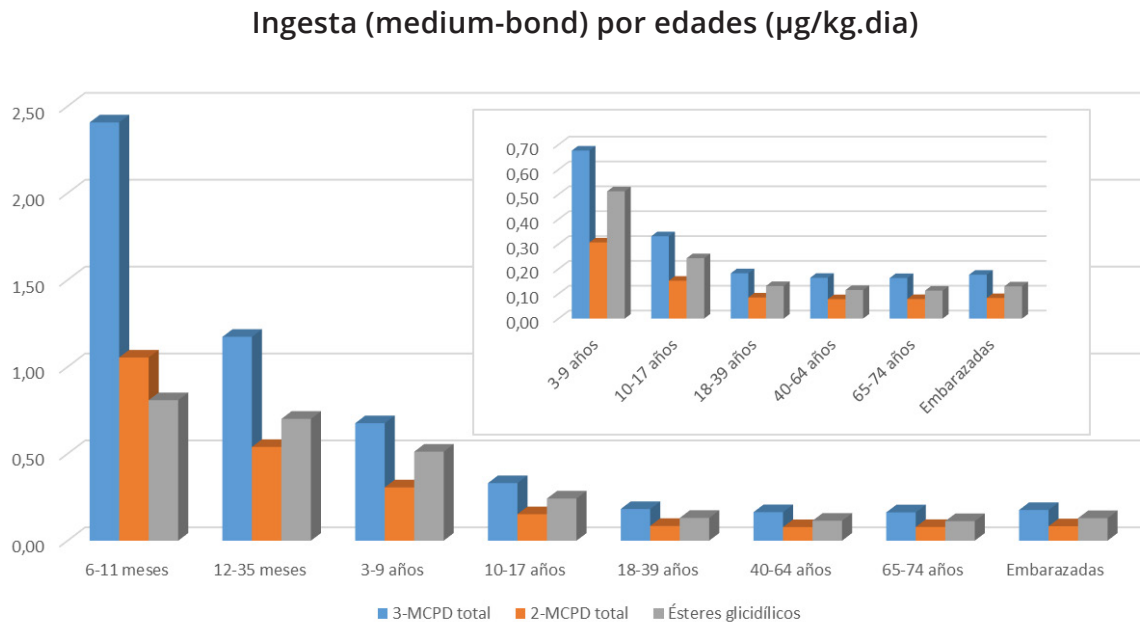


Figura 5. Ingesta dietética media de 3-MCPD total, 2-MCPD total y de ésteres glicidílicos asociada al consumo de 21 alimentos que potencialmente contienen altos niveles de 3-MCPD

En todos los contaminantes analizados en este estudio se sigue el mismo perfil de exposición, donde la población infantil es la más expuesta, y son los bebés de 6-11 meses los que presentan una ingesta más elevada. La exposición más elevada está en los ésteres de 3-MCPD ($2,34 \mu\text{g}/\text{kg}/\text{día}$), seguidos de los ésteres de 2-MCPD ($0,99 \mu\text{g}/\text{kg}/\text{día}$). Esta exposición tan elevada se debe al consumo de leche de inicio y, sobre todo, al de leche de continuación.

Tabla 5. Exposición media de los diferentes grupos de población a 3-MCPD total, 2-MCPD total y ésteres glicidílicos ($\mu\text{g}/\text{kg}/\text{día}$)

Grupo de población	3-MCPD total	2-MCPD total	Ésteres glicidílicos
6-11 meses	2,41	1,05	0,81
12-35 meses	1,17	0,54	0,70
3-9 años	0,68	0,31	0,51
10-17 años	0,33	0,15	0,24
18-39 años	0,18	0,08	0,13
40-64 años	0,16	0,08	0,11
65-74 años	0,16	0,08	0,11
Embarazadas	0,18	0,08	0,13

4.3 Evaluación del riesgo

El 3-MCPD es una sustancia que ha sido clasificada como posible carcinógeno para las personas (grupo 2B), y para evaluar su toxicidad EFSA se ha basado en su incidencia en el incremento de la hiperplasia tubular renal y ha establecido una ingesta diaria tolerable (TDI) de 2 µg/kg peso/día, para el 3-MCPD total, la suma del libre y todos sus ésteres (EFSA,2017). En este estudio, la exposición en el caso de los bebés entre 6 y 11 meses al conjunto de todo el 3-MCPD supera claramente este valor de referencia. En el resto de grupos, la exposición está claramente por debajo de los valores mencionados. Por lo tanto, se puede determinar que la exposición dietética de la población catalana al conjunto de 3-MCPD no supone ningún riesgo para la población adolescente y adulta, pero sí hay un riesgo para la población infantil, en concreto, para los bebés de 6 a 11 meses de edad.

Con respecto al 2-MCPD y a sus ésteres, el Panel sobre Contaminantes en la Cadena Alimentaria de la EFSA (CONTAM Panel) consideró que la información toxicológica derivada de estudios genotóxicos realizados in vitro e in vivo no son suficientes para poder evaluar el riesgo de estas sustancias y, por lo tanto, no se ha determinado una TDI (EFSA, 2016). No obstante, la exposición sigue el mismo perfil que el 3-MCPD, y es bastante elevada en el caso de los grupos de población infantil y más baja en el de la población adolescente y adulta.

Con respecto a la ingesta de ésteres glicidílicos de ácidos grasos y la consiguiente exposición al glicidol, sustancia clasificada por el IARC como probable carcinógeno para las personas (grupo 2A), se han seguido el enfoque y el criterio de la evaluación del CONTAM Panel (EFSA, 2016), y se han encontrado los márgenes de exposición (MoE) descritos en la tabla 6. Como en todos los demás casos, la mayor exposición se da en el grupo de los bebés de 6-11 meses (0,81 µg/kg peso/día) y la menor se da en población adulta, de 40-64 años y de 65-74 años (0,11 µg/kg peso/día).

Tabla 6. Márgenes de exposición calculados para los ésteres glicidílicos

Grupo de población	Ésteres glicidílicos
6-11 meses	12369
12-35 meses	14261
3-9 años	19527
10-17 años	41176
18-39 años	76188
40-64 años	86996
65-74 años	88904
Embarassades	77054

Estos márgenes de exposición presuponen que no existe riesgo para ningún grupo de población de menos edad relacionada con la ingesta de ésteres glicidílicos.

Por lo tanto y en conjunto, con los resultados obtenidos en este estudio se puede determinar que la exposición dietética a estos contaminantes no supone riesgo para la población adolescente y adulta, pero sí existe un riesgo para la población infantil, en concreto, para los bebés de 6 a 11 meses de edad.

4.4 Otros estudios

En la tabla 7 se recogen datos bibliográficos de ingesta dietética de 3-MCPD encontradas en diferentes estudios.

Tabla 7. Ingesta dietética de 3-MCPD libre en diferentes estudios

País	Ingesta diària ($\mu\text{g}/\text{kg}/\text{dia}$)	Referència
Brasil	0,08-0,44	Arisseto y col., 2013
Hong Kong	0,2-0,53	Chung y col., 2013
Polonia	0,008-0,121	Starski y col., 2013
China	0,67-1,91	Li y col., 2015
Países bajos	0,674-1,605	Boon y col., 2016
6-11 meses	0,28-0,55	Presente estudio
12-35 meses	0,10-0,19	
3-9 años	0,03-0,04	
10-17 años	0,019-0,024	
18-39 años	0,01-0,012	
40-64 años	0,008-0,010	
65-74 años	0,008-0,010	

5 Referencias

Arisseto, AP, Vicente, E, Furlani, RPZ, de Figueiredo Toledo, MC (2013). Estimate of dietary intake of chloropropanols (3-MCPD and 1,3-DCP) and health risk assessment. *Ciência e Tecnologia de Alimentos* 33(Supl. 1):125-33.

Baer, I, De la Calle, B, Taylor, P (2010). 3-MCPD in food other than soy sauce or hydrolysed vegetable protein (HVP). *Anal Bioanal Chem.* 396(1):443-56.

Boon, PE, Biesebeek, JD (2016). Preliminary assessment of dietary exposure to 3-MCPD in the Netherlands. National Institute for Public Health and the Environment (RIVM). RIVM letter report 2015-0199.

Chung HY, Chung SWC, Chan BTP, Lo YY, Xiao Y (2013). Dietary exposure of Hong Kong adults to fatty acid esters of 3-monochloropropane-1,2-diol. *Food Additives and Contaminants: Part EN* 30:1508-1012.

Recomendación (2014/661/EU) de la Comisión sobre el control de la presencia de 2- y 3-monocloropropano-1,2-diol (2- y 3-MCPD), de ésteres de ácidos grasos de 2- y 3-MCPD y de ésteres glicídicos de ácidos grasos en los alimentos. *Diario Oficial de la Unión Europea* (2014). DOUE L 271/93.

EFSA, European Food Safety Authority (2016). Risk for human health related to the presence of 3- and 2-monochloropropanediol (MCPD), and their fatty acid esters, and glycidyl fatty acid esters in food. *EFSA Journal*, 14:5. Disponible en: <https://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/4426>

ENALIA (2015) Encuesta Nacional de Alimentación en la Población Infantil y Adolescente (2012-2015). Agencia Estatal de Consumo, Seguridad Alimentaria y Nutrición (AECOSAN). Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad, Gobierno de España.

ENALIA 2 (2015) Encuesta Nacional de Alimentación en población adulta, mayores y embarazadas (2014-2015). Agencia Estatal de Consumo, Seguridad Alimentaria y Nutrición (AECOSAN). Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad, Gobierno de España.

ENCAT (2003) Avaluació de l'estat nutricional de la població catalana 2002-2003. Evolució dels hàbits alimentaris i del consum d'aliments i nutrients a Catalunya (1992-2003). Direcció General de Salut Pública, Departament de Sanitat i Seguretat Social, Generalitat de Catalunya, Barcelona, Catalunya.

Instituto Nacional de Estadística (INE). Peso medio de la población por países, sexo, periodo y edad (2001). [Citado el 28 de noviembre de 2016] Disponible en: <http://www.ine.es/jaxi/Tabla.htm?Panth=/t20/e245/p08/l0/&file=03005.px&L=0>

International Agency for Research on Cancer (IARC) (2012). Some Chemicals Present in Industrial and Consumer Products, Food and Drinking-water. IARC Monogr 101,349-74.

Lopez-Sobaler, AM, Aparicio, A, Aranceta-Bartrina, J, Gil, A, Gonzalez-Cross, M, Serra-Majem, L, Varela-Morales, G, Ortega, RM (2016), Overweight and General and Abdominal Obesity in a Representative Sample of Spanish Adults: Findings from the ANIBES Study. Biomed. Res. Int.

Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente (MAPAMA). Informe del consumo alimentario en España (2015).

Organización Mundial de la Salud (OLMOS) (2003). Child Growth Standards 1997-2003. [Citado el 28 de noviembre de 2016] Disponible en: http://www.who.int/childgrowth/standards/weight_for_age/en/

Scientific Committee on Food of the European Commission (SCF of EC) (2001). Opinion of the Scientific Committee on Food on 3-monochloro-propane-1, 2-diol (3-MCPD). Updating the SCF opinion of 1994, adopted on 30 May 2001.

Sociedad Española de Endocrinología Pediátrica (SEEP). Carrascosa, A, Fernández, JM, Fernández, A, López-Siguero, JP, López, D, Sánchez, E, y Grupo Colaborador (2010) Estudios de crecimiento. Disponible en: <http://www.estudiosdecrecimiento.es/estudio-transversal.html>

Starski, A, Jedra, M, Gawarska, H, Postupolski, J, (2013) Assessing exposure to 3-MCPD from bakery products based on monitoring studies undertaken throughout Poland. Roczniki Państwowego Zakładu Higieny 64:277-83.

Zelinková, Z, Doležal, M, Velísek, J (2009). Occurrence of 3-chloropropane-1, 2-diol fatty acid esters in infant and baby foods. Eur. Food Res. Technol, 228;571-78.