

2017



Contaminants químics. V Estudi de dieta total a Catalunya

—
Metalls pesants, dioxines (PCDD/F) i bifenils policlorats (PCB)



Direcció:

Carme Chacón Villanueva
Agència Catalana de Seguretat Alimentària

Autors:

Jaume Bosch Collet, Victòria Castell Garralda, Isabel Timoner Alonso
Agència Catalana de Seguretat Alimentària

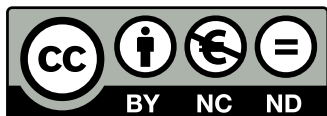
Josep Lluís Domingo Roig, Neus González Paradell, Martí Nadal Lomas
Universitat Rovira i Virgili

Sonia Abuin, Josep Calderón, Toni Rúbies Prat
Servei de Química
Laboratori de l'Agència de Salut Pública de Barcelona

Disseny: Vincent Agència

Alguns drets reservats

©2020, Generalitat de Catalunya. Departament de Salut



Els continguts d'aquesta obra estan subjectes a una llicència de Reconeixement-NoComercial-SenseObresDerivades 4.0 de Creative Commons. La llicència es pot consultar a <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/es/>.

Edita:

Agència Catalana de Seguretat Alimentària

1a edició:

Barcelona, abril de 2020

Assessorament lingüístic:

Servei de Planificació Lingüística del Departament de Salut

Índex

1	Introducció	4
2	Objectius	5
3	Material i mètodes	6
4	Arsènic	19
5	Cadmi	27
6	Mercuri	34
7	Plom	42
8	Dibenzodioxines i dibenzofurans policlorats (PCDD/F)	48
9	Bifenils policlorats (PCB)	54
10	Substàncies amb efecte dioxínic. PCDD/F i DL-PCB	60
11	Conclusions	67
12	Bibliografia	70
13	Annexos	80

1 Introducció

Aquest informe forma part del cinquè estudi de dieta total a Catalunya que s'emmarca en els estudis que, des de l'any 2000, el Departament de Salut elabora per estimar la ingesta de diversos contaminants químics en la població catalana i avaluar-ne el risc potencial per a la salut. Els estudis de dieta total es duen a terme en una realitat canviant. Per a fer-ne un seguiment i conèixer l'evolució temporal de la ingesta diària de contaminants químics en la població de Catalunya a través dels aliments s'han fet estudis el 2005, el 2008 i el 2012. A partir del primer estudi els contaminants avaluats han variat i els recursos s'han adequat al seguiment dels més interessants, sense deixar de tenir una visió global de l'evolució de la resta.

Així, aquest cinquè estudi se centra en els metalls pesants, les dioxines i els bifenils policlorats. Així en aquest informe s'avaluen els metalls pesants: arsènic (orgànic i inorgànic), cadmi, mercuri (orgànic i inorgànic) i plom; i les dioxines i els bifenils policlorats agrupats en les següents categories: dibenzodioxines i dibenzofurans policlorats (PCDD/F), bifenils policlorats (PCB) diferenciant entre els similars a dioxines (DL-PCB) i els no similars a dioxines (NDL-PCB) i, finalment, les substàncies amb efecte dioxínic (PCDD/F + DL-PCB).

De la mateixa manera que els contaminants, els aliments analitzats s'adeqüen a l'evolució de la societat; així, aquest cinquè estudi se centra en els 70 tipus d'aliments més consumits per la població per tal determinar-ne l'exposició als contaminants analitzats. Aquests 70 tipus pertanyen a 15 grups diferents d'aliments.

L'Agència Catalana de la Seguretat Alimentària (ACSA) ha coordinat aquest estudi de dieta total, com la resta, sota la guia tècnica del Laboratori de Toxicologia i Salut Ambiental (URV). L'informe ha comptat amb la col·laboració del Servei de Química del Laboratori de l'Agència de Salut Pública de Barcelona, que ha dut a terme el treball analític dels metalls pesants.

La informació que s'obté del conjunt d'aquests estudis conforma un coneixement de la realitat i de la seva evolució que ha de ser útil per avaluar la importància de qualsevol situació futura nova, avaluar les mesures adoptades al llarg de la cadena alimentària i ajudar a implantar-ne i prioritzar-ne de noves per disminuir les concentracions d'aquests contaminants en els aliments. Tots els estudis de dieta estan disponibles a la pàgina web de l'ACSA:

http://acsa.gencat.cat/ca/seguretat_alimentaria/avaluacio_de_riscos/estudi_de_dieta_total/

2 Objectius

L'objectiu general d'aquest estudi és estimar la ingesta dietètica de metalls pesants (arsènic total, arsènic inorgànic, cadmi, mercuri inorgànic, metilmercuri i plom) i dioxines i bifenils policlorats (PCDD, PCDF i PCB) de la població de Catalunya i avaluar-ne els riscos per a la seva salut.

Els objectius específics són:

- Analitzar les concentracions de metalls pesants, dioxines i bifenils policlorats que el 2017 hi havia en 70 aliments àmpliament consumits a Catalunya.
- Comparar els nivells amb dades d'estudis del 2000, 2005, 2008 i 2012 i establir les variacions temporals observades per a cadascun dels contaminants.
- Conèixer el nivell actual d'exposició de la població catalana als contaminants estudiats a través de la dieta.
- Avaluar la variació en el temps de l'exposició dietètica a metalls pesants, dioxines i bifenils policlorats.
- Comparar els nivells d'exposició de la població de Catalunya amb els nivells obtinguts en estudis elaborats en altres països.
- Avaluar el risc que representa l'exposició actual en comparació amb els valors de seguretat toxicològica establerts.

3 Material i mètode

3.1. Tipus d'estudi

El disseny de l'estudi parteix de les edicions precedents i, per tant, també segueix les directrius marcades per l'Organització Mundial de la Salut (OMS).

Per fer-lo, s'utilitza una tècnica mixta que, basada en les característiques dels aliments individuals, incorpora aspectes dels estudis sobre el cistell d'anar a comprar i analitza mostres compostes (composites) per mescles homogènies i a parts iguals de diferents mostres individuals d'un mateix aliment.

3.2. Selecció dels contaminants

Els contaminants químics seleccionats per avaluar en aquest estudi de dieta total són l'arsènic total (As), l'arsènic inorgànic (InAs), el cadmi (Cd), el mercuri total (Hg), el metilmercuri (MeHg) i el plom (Pb), 17 congèneres de PCDD/F i 18 congèneres de bifenils policlorats. Des del quart estudi de dieta total (2012), l'InAs i el MeHg s'analitzen per especiació química, mentre que en els estudis anteriors el contingut s'estimava teòricament a partir d'un percentatge respecte al total. Així, quan no es feia especiació química, es considerava, per recomanació de l'Autoritat Europea de Seguretat Alimentària (EFSA, 2009), que la proporció d'As inorgànic respecte a l'As total era del 70%, excepte en el peix, en què es considerava 0,03 mg/kg o 2% de l'As total i en el marisc, amb un 0,1 mg/kg o 3,5%. En el cas del metilmercuri en peix i marisc es considerava que podia representar més del 90% del mercuri total (Bloom,1992). Aquests valors, que es prenen com a referència en les avaluacions dels organismes internacionals, van ser també el valors considerats en els estudis anteriors de dieta total de Catalunya.

3.3. Selecció d'aliments

La selecció d'aliments s'ha fet tenint en compte les dades de consum de la població obtingudes a l'Enquesta nacional d'alimentació en la població infantil i adolescent (ENALIA) i a l'Enquesta nacional d'alimentació en població adulta, gran i embarassades (ENALIA 2); a partir d'aquestes dades s'ha pogut determinar la representativitat de la selecció.

A la taula 1 es detallen els 70 aliments estudiats.

Taula 1. Selecció d'aliments estudiats

Grup	Aliments	Grup	Aliments
Carn	Vedella Porc Pollastre Pernil dolç Salsitxa de Frankfurt Pernil salat <i>Gall d'indi</i>	Peix	<i>Bacallà</i> Lluç <i>Orada</i> <i>Rap</i> Tonyina Llenguado Conserva Sípia Seitó Calamar Emperador <i>Llobarro</i> Salmó Musclo <i>Panga</i>
Vegetals	Enciam Tomàquet <i>Carbassó</i> Mongeta verda Ceba <i>Porro</i> Pastanaga	Llegums	Llenties Cigrons
Tubercles	Patata	Greixos	Oli d'oliva Oli de gira-sol
Fruites	Poma Taronja Pera Plàtan Mandarina	Brioixeria	<i>Pa de llet</i> Galetes maria <i>Magdalena</i> <i>Coc</i> <i>Galetes de xocolata</i> Croissant Cereals d'esmorzar
Ous	Ous de gallina	Salses	<i>Salsa de tomàquet</i>
Llet i anàlegs làctics	Llet sencera Llet semidesnatada <i>Llet de soja</i> <i>Llet de civada</i>	Xocolata	<i>Cacau soluble</i>
Derivats làctics	Iogurt natural <i>Iogurt de sabors</i> <i>Flam i natilles</i> Formatge tipus I fresc Formatge tipus-II semicurat <i>Formatgets</i>	Aliments infantils	<i>Llet de continuació</i> <i>Farinetes de cereals</i> <i>Potet de pollastre</i> <i>Potet de fruita</i> <i>Potet de vedella</i> <i>Potet de peix</i>
Pa i cereals	Pa blanc Pa de motlle Arròs Pasta alimentària		

En cursiva els aliments que s'han incorporat per primera vegada en l'estudi.

3.4. Presa de mostres i preparació

Seguint el model dels estudis anteriors, la presa de mostres es va fer en 12 localitats de Catalunya. El conjunt és representatiu del 72% de la població catalana que viu en localitats de més de 20.000 habitants i de caire clarament urbà.

Les poblacions, agrupades per àmbits territorials, són les següents:

Àmbit metropolità: Barcelona, l'Hospitalet de Llobregat, Vilanova i la Geltrú, Mataró, Sabadell i Terrassa; àmbit de les comarques gironines: Girona; àmbit del Camp de Tarragona: Tarragona i Reus; àmbit de les Terres de l'Ebre: Tortosa; àmbit de Ponent: Lleida; àmbit de les comarques centrals: Manresa.

Entre l'abril i el juliol de 2017 es van adquirir les mostres individuals de cada aliment. En cada localitat de compra es van distribuir les mostres en un mínim de quatre establiments de dimensions diferents (mercat, botiga, supermercat petit, supermercat gran, gran superfície) per tal de diversificar al màxim l'origen de l'aliment adquirit i de fer el mostratge dels compradors tan representatiu com fos possible. Les mostres que ho requerien es van transportar sempre refrigerades.

La preparació de les mostres compostes es va fer amb el mateix mètode que a l'estudi anterior (directrius de l'OMS):

- Es va formar una mostra composta de 20 mostres individuals adquirides independentment.
- Es van netejar i separar les parts comestibles, crues, de les mostres individuals, amb les quals es prepara una mostra composta.
- Es va pesar a parts iguals cada mostra individual. Quan la mostra presentava parts molt diferenciades en textura, quantitat de greix, etc., es van fer participar en la mostra composta, de manera equilibrada, totes les parts de cada peça individual.
- Es van triturar i homogeneïtzar les mostres amb robots de cuina i es va tenir cura de tipus analític en la neteja entre mostres per evitar la contaminació encreuada.
- Es van formar parts alíquotes en recipients de plàstic de laboratori i es van conservar per congelació fins al moment de l'anàlisi.

En total es van processar 4.140 mostres individuals d'aliments.

3.5. Procediments analítics

Les analítiques de metalls pesants es van dur a terme al Laboratori de l'Agència de Salut Pública de Barcelona. Per determinar la concentració total de cada metall, a excepció del mercuri, es va dur a terme una digestió de les mostres mitjançant tractament en microones amb àcid nítric concentrat. En concret, 0,5 g de mostra es van processar amb 9 ml d'àcid nítric al 22% i 0,5 ml d' H_2O_2 al 30%. Posteriorment, es va fer una digestió en microones fins a 200°C. Finalment, es va afegir aigua purificada a l'extracte fins a un volum final de 30 ml, i es va analitzar per espectrometria de masses amb plasma acoblat inductivament (ICP-MS). Les mostres d'olis i greixos es van sotmetre a una predigestió en microones amb àcid nítric concentrat.

En el cas del mercuri, la determinació va ser directa, mitjançant un analitzador elemental de mercuri (AMA) per amalgamació amb or, a partir d'una quantitat de mostra de 0,1 g. La determinació del metilmercuri comporta una extracció selectiva amb toluè, seguida d'una retroextracció amb cisteïna i un mesurament final per l'analitzador elemental de mercuri. Per al metilmercuri, es va aplicar el mètode de l'informe Determination of methylmercury in seafood by direct mercury analysis de la Comissió Europea (JRC, 2013). Només es va determinar el metilmercuri en les mostres amb valors detectables d'Hg total.

L'anàlisi d'arsènic inorgànic en tots els aliments es va fonamentar en el mètode de Muñoz i col·l. (1999), basat en una extracció selectiva amb tractament àcid a l'inici, seguida d'una extracció amb cloroform i una retroextracció amb àcid clorhídric diluït. La quantificació final també es va fer per ICP-MS.

La quantificació es va fer per calibratge extern. En el cas dels mètodes per ICP-MS, es va utilitzar un patró intern per minimitzar els efectes de la matriu i, en tots els casos, es va treballar amb cel·les de col·lisió per eliminar interferències poliatòmiques i es van emprar sempre isòtops lliures d'interferències isobàriques. En totes les seqüències d'anàlisi es van analitzar de manera paral·lela un assaig en blanc (per assegurar l'absència de contaminació), solucions externes de concentració coneguda (per confirmar la bondat de la recta de calibratge), solucions patró al final de cada seqüència (per assegurar l'absència de deriva instrumental), així com mostres adicionades (per controlar el percentatge de recuperació del mètode).

Per a tots els metalls analitzats, el percentatge de recuperació no va diferir significativament del 100% (es va avaluar amb l'índex de compatibilitat).

L'anàlisi del contingut de PCDD/F i PCB el va dur a terme l'Institut Químic de Sarrià (Barcelona). En termes generals, es van pesar 200 g de mostra, s'hi van afegir els patrons interns marcats amb ^{13}C i es va deixar establir durant 3 hores. Posteriorment, es va fer una extracció amb un compost orgànic (toluè, hexà o una mescla d'hexà: diclorometà), depenent del tipus de mostra, una separació de la fracció lipídica mitjançant una hidròlisi amb HCl (per als ous de gallina) o una separació de la fracció lipídica mitjançant una extracció líquid/líquid amb oxalat, etanol, èter etílic i hexà (per a la llet de continuació i la llet i productes lactis). La purificació es va dur a terme amb columnes de sílica sulfúrica, multicapa, carbó grafititzat, Florisil i PYE. L'extracte es va analitzar per mitjà d'un HRGC-HRMS (resolució mínima 10.000) a les columnes cromatogràfiques Rtx-5MS (PCDD/F) i TG-5MS (PCB).

D'altra banda, per a l'anàlisi dels NDL-PCB les mostres es van liofilitzar i es van pesar entre 5-10 g de mostra. S'hi van afegir els patrons interns marcats amb ^{13}C i es va deixar establir durant 3 hores. Seguidament, es va fer una extracció Soxhlet amb una mescla hexà:acetona (41:59) durant 3 hores o una extracció líquid/líquid amb oxalat, etanol, èter etílic i hexà (per a la llet de continuació, la llet i productes lactis i ous de gallina). A continuació es va fer una purificació amb columna de sílica multicapa. Finalment, l'extracte es va analitzar per mitjà d'un HRGC-HRMS (resolució mínima 10.000) a la columna cromatogràfica TG-5MS. Paral·lelament a les mostres, es va portar a terme l'anàlisi de blancs.

Els equivalents tòxics (TEQ) de les substàncies amb efecte dioxínic es van calcular utilitzant els factors d'equivalència tòxica establerts per l'OMS (OMS-TEF) (Van den Berg, et al., 2006). Aquests factors han canviat en el temps, i en la opinió de l'EFSA (2018) es considera que caldria revisar l'equivalència tòxica dels DL-PCB, ja que hi ha indicis que la gran majoria són menys perjudicials del que s'estima actualment.

Taula 2 . Factors d'equivalència tòxica per a PCDD/F i per a DL-PCB

Dioxines		Furans		DL-PCB	
Congènere	TEF	Congènere	TEF	Congènere	TEF
2,3,7,8-TCDD	1,00	2,3,7,8-TCDF	0,10	PCB 81	0,0003
1,2,3,7,8-PeCDD	1,00	1,2,3,7,8-PeCDF	0,03	PCB 77	0,0001
1,2,3,4,7,8-HxCDD	0,10	2,3,4,7,8-PeCDF	0,30	PCB 123	0,00003
1,2,3,6,7,8-HxCDD	0,10	1,2,3,4,7,8-HxCDF	0,10	PCB 118	0,00003
1,2,3,7,8,9-HxCDD	0,10	1,2,3,6,7,8-HxCDF	0,10	PCB 114	0,00003

1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	0,01	2,3,4,6,7,8-HxCDF	0,10	PCB 105	0,00003
OCDD	0,0003	1,2,3,7,8,9-HxCDF	0,10	PCB 126	0,100
		1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	0,01	PCB 167	0,00003
		1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	0,01	PCB 156	0,00003
		OCDF	0,0003	PCB 157	0,00003
				PCB 169	0,03
				PCB 189	0,00003

3.6. Grups de població estudiats

Seguint les condicions marcades en els estudis anteriors, i d'acord amb les directrius de l'OMS, es van fer diferents grups d'edat, en funció de la disponibilitat de dades. A l'estudi actual es va separar la població en grups d'edat per adequar-los a l'estructura de les Enquestes nacionals en la població adulta (ENALIA).

A la taula 3 es presenten els grups de població i el pes corporal corresponent.

Taula 3. Grups de població, intervals d'edat i pes corporal

Grup	Edat	Pes corporal (kg)
Nadons	6 a 11 mesos	8,4
Nens	12 a 36 mesos	12,3
Nens	De 3 a 9 anys	24
Adolescents	10 a 17 anys	51
Adults	18 a 39 anys	72
Adults	40 a 64 anys	77
Adults més grans de 65 anys	65 a 74 anys	70,5
Embarassades	-	65

- Dades de l'Organització Mundial de la Salut (OMS, 2003)
- Dades dels Estudis Espanyols de Creixement (SEEP. Carrascosa i col·l., 2010)
- Dades de l'estudi ANIBES (Lopez-Sobaler i col·l., 2016)
- Dades de l'Institut Nacional d'Estadística (INE, 2001)
- Martínez i col·l., 2017

3.7. Dades de consum diari d'aliments

En aquest estudi s'han utilitzat les dades de l'ENALIA 2. Pel que fa a les dades de la població infantil i adolescent, s'han utilitzat les de l'ENALIA. Les dades relatives al consum (g/dia) dels diversos aliments i per als diferents grups d'edat considerats es mostren en les taules 4 i 5. A la figura 1 es representa la distribució percentual dels grups d'aliments considerats per a un home adult.

Taula 4. Consum d'aliments considerats en diferents grups de població (ENALIA) (en g/dia)

Aliments	6-11 mesos	12-36 mesos	3-9 anys	10-17 anys	18-39 anys	40-64 anys	64-75 anys	Embarassades
Total carn	36,69	56,31	87,01	112,33	94,43	79,88	61,03	72,46
Total pe	10,78	31,75	37,48	41,02	32,03	35,07	40,30	30,09
Total verdures i hortalisses	51,49	42,46	51,97	76,75	82,11	107,29	97,23	97,19
Total tubercles	80,88	54,07	50,07	60,51	41,27	40,73	43,46	40,84
Total fruites	131,83	105,07	105,65	108,62	94,30	120,74	157,17	83,94
Total ous	1,43	12,66	18,66	24,22	17,64	16,72	17,40	14,68
Total llet i anàlegs làctics	7,94	162,25	257,36	253,27	159,70	157,65	138,18	169,32
Total derivats làctics	80,34	139,19	108,69	92,45	53,84	42,46	40,04	64,70
Total pa i cereals	4,27	38,45	98,84	142,82	102,50	98,78	88,28	90,73
Total llegums	0,89	6,86	10,34	10,91	5,87	5,92	7,09	5,61
Total olis	8,06	10,04	14,54	17,25	16,12	18,64	17,72	16,12
Total brioixeria	5,19	19,46	32,95	32,88	20,69	18,49	13,84	21,15
Total salses	0,42	4,75	10,96	14,51	8,27	4,45	2,33	6,35
Total xocolata	0	2,35	6,59	6,81	1,56	0,53	0,30	1,35
Total aliments infantils	417,90	217,29	14,72	1,16	-	-	-	-
Total d'aliments considerats	838,10	902,93	905,83	995,51	730,33	747,35	724,37	714,53

Taula 5. Consum d'aliments considerats en una persona adulta (en g/dia)

Aliments	18-74
Total carn	83,41
Total peix	34,47
Total verdures i hortalisses	95,93
Total tubercles	41,28
Total fruites	114,54
Total ous	17,18
Total llet i anàlegs làctics	156,1
Total derivats làctics	46,76
Total pa i cereals	99
Total llegums	6,04
Total olis	17,51
Total brioixeria	18,51
Total salses	5,73
Total xocolata	0,92
Total aliments infantils	-
Total d'aliments considerats	737,38

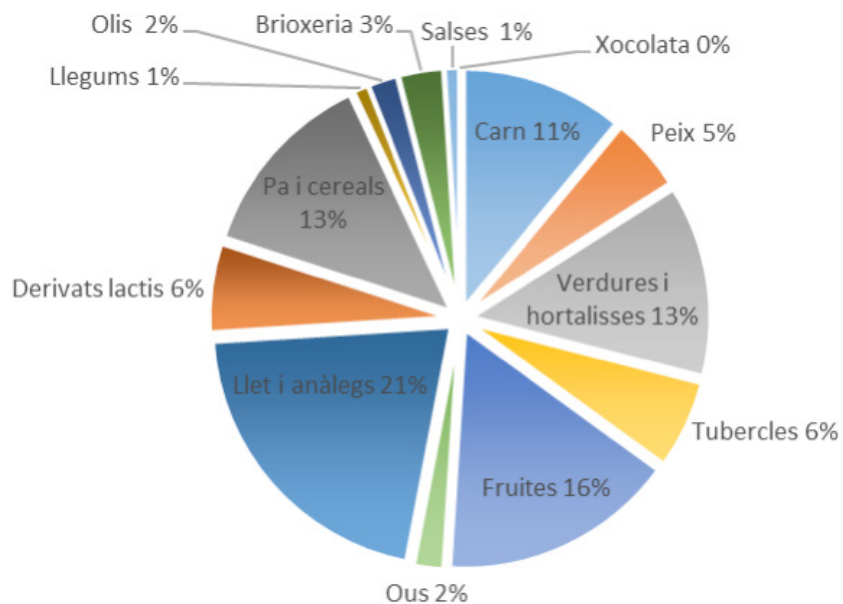


Figura 1. Distribució percentual de la ingesta diària d'aliments en una persona adulta (18-74 anys)

3.8. Estimació de la ingesta diària d'un contaminant

La ingesta d'un contaminant mitjançant el consum d'aliments es calcula multiplicant la concentració del contaminant en cada aliment individual per la quantitat diària ingerida d'aquest aliment, i se sumen tots els productes obtinguts.

$$\text{Ingesta diària} = \sum (\text{concentració contaminant} \times \text{quantitat d'aliment ingerit})$$

O bé, expressat per unitat de pes corporal:

$$\text{Ingesta diària} = \frac{\sum (\text{concentració contaminant} \times \text{quantitat d'aliment ingerit})}{\text{pes corporal}}$$

Cal tenir en compte aquestes aproximacions a l'hora d'avaluar la ingesta diària i fer comparacions entre els cinc estudis, així com respecte a valors corresponents a altres països o regions.

3.9. Estimació de resultats inferiors al límit de detecció

En el tractament de resultats, en els casos que un element determinat presentava una concentració per sota del límit de detecció (LOD), es va assumir que la concentració era la meitat del LOD (ND = 1/2 LOD), seguint les recomanacions de l'OMS (*medium-bound*).

3.10. Avaluació del risc

3.10.1. Comparació amb els nivells de seguretat establerts

Per tal d'avaluar la seguretat de la ingesta de cada contaminant s'han estudiat els valors obtinguts per càlcul probabilístic, és a dir, tenint en compte la variabilitat de les magnituds considerades, respecte als nivells de seguretat establerts o recomanats, si n'hi ha.

3.10.2. Avaluació probabilística de l'exposició

S'ha dut a terme una avaluació probabilística de l'exposició alimentària de la població als diferents contaminants utilitzant les dades de consum de l'estudi ENALIA. S'ha aplicat una aproximació metodològica de tipus Montecarlo per obtenir una estimació fiable de la variabilitat de l'exposició mitjançant l'aplicació informàtica Crystal Ball.

L'avaluació de l'exposició de la població als contaminants de la dieta requereix fonamentalment dues dades, a més del pes corporal: a) la concentració dels contaminants a la màxima varietat d'aliments possible i b) el consum diari d'aquests aliments en la població. Tots dos grups de dades estan afectats per la variabilitat inherent a aquestes magnituds i per la incertesa derivada del nostre coneixement limitat. Aquestes variabilitats i incerteses de les dades d'origen impliquen variabilitat i incertesa per estimar l'exposició diària mitjana de la població (figura 3).

Les dades de consum d'aliments s'obtenen mitjançant enquestes d'hàbits alimentaris que utilitzen diferents qüestionaris. Les dues aproximacions més freqüents i que s'han aplicat en aquest treball són: a) el qüestionari de recordatori a curt termini (24 hores) i b) el qüestionari de freqüència i quantitat de consum. El primer acostuma a ser més exacte i més detallat, però no dona una idea de la variabilitat poblacional. El segon té més error —només permet obtenir dades per «grups d'aliments»—, però permet obtenir directament una aproximació a la variabilitat poblacional. Per això, les dades obtingudes amb qüestionaris de freqüència es poden aplicar gairebé directament als estudis probabilístics. La corba de distribució de probabilitat de consum s'obté simplement si s'ajusten les dades de consum a una distribució de probabilitat paramètrica, o bé si se simula la distribució amb mètodes no paramètrics. Quan es parteix de les dades d'un qüestionari de recordatori de 24 hores és imprescindible fer alguns tractaments estadístics previs (de Boer et al., 2009; van der Voet i Slob, 2007). La fiabilitat d'aquests tractaments augmenta amb la repetició de l'enquesta a un mateix individu, la qual cosa permet separar la variabilitat individual i la interindividual.

En aquest estudi s'han utilitzat els resultats de l'enquesta de recordatori de 24 hores d'ENIDE atès que les dades de l'enquesta de freqüència no s'han fet públiques i els autors les consideren d'una validesa limitada. Les enquestes de 24 hores es van fer per triplicat i permeten una aproximació acceptable a la realitat.

La ingesta diària associada a cadascun dels N individus-dia es calcula:

$$\text{Ingesta diària} = \frac{\sum (\text{concentració contaminant} \times \text{quantitat d'aliment ingerit})}{\text{pes corporal}}$$

La suma s'estén a tots els aliments considerats a l'enquesta dels quals es disposa de dades analítiques específiques o extrapolades a partir de les obtingudes en aliments similars. A partir d'aquí, el programa Crystal Ball permet diverses opcions per separar i ajustar la distribució de probabilitat en dos termes associats a la variabilitat interindividual i a la variabilitat individual. S'ha aplicat una distribució normal o log-normal depenent dels valors disponibles. Com a

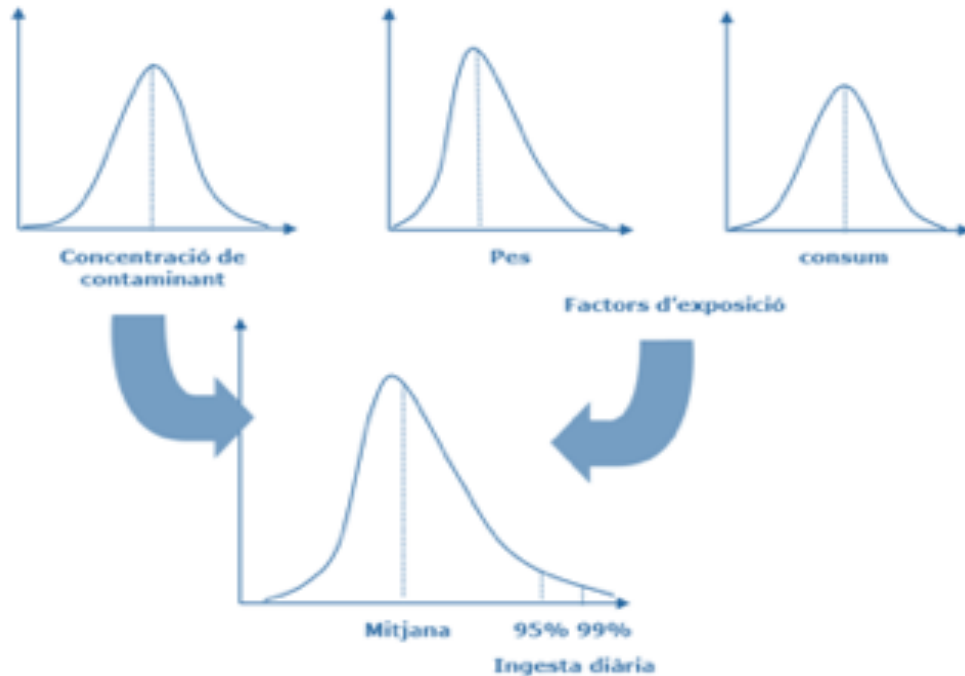


Figura 2. L'estimació probabilística de la ingesta permet obtenir dades de la variabilitat poblacional d'aquesta ingesta; a més de l'exposició mitjana, podem conèixer el percentatge de població que està per sobre de determinat nivell d'ingesta diària.

3.10.3. Estimació de la incertesa

Qualsevol avaluació de l'exposició alimentària presenta múltiples fonts i tipus d'incerteses. EFSA recomana fer una estimació gradual (tiered) de les incerteses (EFSA, 2006). En primer lloc, cal identificar els principals dèficits de coneixement que poden causar incertesa i estimar qualitativament com poden afectar els resultats (magnitud i direcció) de l'estimació de l'exposició (tier 1). Posteriorment, es fa una avaluació determinista de l'impacte individual de les principals fonts/tipus d'incertesa en l'avaluació d'exposició (anàlisi de sensibilitat; tier 2). Finalment, es duu a terme una avaluació probabilística de la incertesa global, considerant tots els factors pels quals s'ha demostrat una major sensibilitat (tier 3). A la taula 6 es mostra un quadre resum de les principals incerteses de tipus tier 1, algunes de les quals no s'han considerat en aquesta anàlisi: ambigüitats o imprecisions en la definició d'objectius, escenaris i models o els múltiples errors possibles durant la realització de l'estudi.

Taula 6. Fonts i tipus d'incertesa. Es mostra l'efecte esperat sobre l'estimació de la mitjana i de la variabilitat poblacional

Font d'incertesa	Tipus d'incertesa	Comentaris	Efecte sobre l'exposició mitjana	Efecte sobre la variabilitat
Objectius de l'avaluació d'exposició	Ambigüitat, imprecisió	NC		
Escenari d'exposició	Ambigüitat, imprecisió	NC		
	Extrapolació	Canvis d'hàbits alimentaris	+/-	--
		Aliments no considerats	+/-	+/-
	Factors exclosos	Efectes del tipus de cocció	++/--	-
		Variabilitat geogràfica	+/-	--
Model d'exposició	Ambigüitat, imprecisió	NC		
	Estructura del model	Aproximacions 1 a 5	+/-	+/-
	Extrapolació	NC		
	Factors exclosos	Biodisponibilitat	++	-
Entrades del model				
Pes corporal		Vegeu el text	32,95	32,88
Consum d'aliments	Precisió, errors enquestes	Vegeu el text	10,96	14,51
Concentracions	Precisió, límits de detecció, mostreig	Vegeu el text	++/--	
Composició grups d'aliments	Precisió, errors enquestes, extrapolació	Vegeu el text	+++/--	---
Rendiment de l'avaluació d'exposició	Error diversos	NC		

NC: no considerat

Mitjançant el programa Crystal Ball es pot fer una aproximació probabilística considerant les incerteses en les dades de consum i en les dades de concentració. El mètode emprat consisteix a fer remostratges de les dades de consum i de les dades de concentració amb una tècnica de bootstrapping. El resultat es mostra a la taula 7.

Taula 7. Aproximació probabilística amb Crystal Ball

Percentil	Exposició $\mu\text{g X/kg/dia}$	Grau d'incertesa			
		0,025	0,250	0,750	0,975
p50	0,214	0,180	0,196	0,224	0,268
p75	0,250	0,200	0,220	0,255	0,305
p90	0,276	0,222	0,250	0,289	0,346
p95	0,296	0,234	0,266	0,314	0,387
p99	0,335	0,256	0,294	0,369	0,469

En aquest cas es pot interpretar que, per exemple, un 10% de la població està exposada a dosis diàries superiors a 0,276 $\mu\text{g X/kg/dia}$, però que, a causa de les incerteses associades a les dades de consum i a les de concentració, aquest valor podria oscil·lar entre 0,222 i 0,346 (95% IC).

Si suposem que la dosi de referència (per exemple, la ingesta diària acceptable, IDA) de la substància X és 0,3 $\mu\text{g X/kg/dia}$, els resultats de la taula indiquen que aproximadament un 5% de la població està exposada a dosis diàries superiors al valor de referència però que, a causa de les incerteses, aquesta fracció de població que supera l'exposició acceptable pot arribar al 25%, aproximadament, en el pitjor dels casos.

3.10. Avaluació del risc

Es fa un estudi temporal particular de l'exposició dietètica dels metalls estudiats amb l'avaluació de la tendència observada en els cinc períodes. Cal tenir en compte que és difícil comparar les dades de l'estudi del 2000 amb les dels quatre darrers anys per diverses raons, com ara la variació en les dades de consum alimentari emprades entre el primer i els estudis subsegüents o bé la incorporació d'aliments addicionals als grups en què era necessari millorar-ne la representativitat.

3.11. Evolució temporal

Es fa un estudi temporal particular de l'exposició dietètica dels metalls estudiats amb l'avaluació de la tendència observada en els cinc períodes. Cal tenir en compte que és difícil comparar les dades de l'estudi del 2000 amb les dels quatre darrers anys per diverses raons, com ara la variació en les dades de consum alimentari emprades entre el primer i els estudis subsegüents o bé la incorporació d'aliments addicionals als grups en què era necessari millorar-ne la representativitat.

4 Arsènic

L'arsènic és un metal·loide que generalment es comporta com un metall. Es distribueix per l'escorça de la Terra i encara que la seva principal ubicació és al sòl, també se'n detecta a l'aigua o als vegetals, entre altres.

Es pot trobar en forma inorgànica, combinat amb altres elements com l'oxigen, el clor i el sofre, o en forma orgànica combinat amb el carboni i l'hidrogen. L'alliberament natural d'arsènic inorgànic al medi ambient es produeix a partir de l'alteració i l'erosió de les roques i del sòl, on és present com a arsina, arsenits, arsenats i òxids.

Pel que fa a les fonts antropogèniques, l'arsènic alliberat és resultat de la seva utilització en la indústria, principalment en la del vidre, la producció de plaguicides, aliatges o esmalts. Els abocaments de residus domèstics i industrials i les emissions produïdes en processos d'obtenció d'energia a partir del carbó també en són fonts importants.

La principal via d'exposició dels éssers humans a l'arsènic és mitjançant la ingesta (Baeyens i col·l., 2009; Linares i col·l., 2010). La via tòpica i la inhalació tenen menys importància.

L'arsènic es troba principalment en els productes d'origen marí, el peix i el marisc, en forma orgànica, en concret com a dimetilarsènic (DMA). Peixos, crustacis, mol·luscs i altres animals aquàtics tenen la capacitat de metabolitzar l'arsènic i acumular-lo com a DMA. El DMA presenta una toxicitat inferior en comparació amb la forma inorgànica. Pel que fa a altres grups d'aliments, es coneix que en general presenten continguts d'arsènic total poc destacables però hi predomina la forma inorgànica. Així, el pa i els cereals formen el grup d'aliments amb més pes en la ingesta d'arsènic inorgànic, principalment a causa de l'arròs, que n'absorbeix a causa del seu peculiar sistema de cultiu.

L'arsènic s'absorbeix ràpidament per via digestiva i és transportat al fetge, on es metabolitza a formes orgàniques, fàcilment eliminables per l'orina. Les formes d'arsènic que s'absorbeixen amb major rapidesa són les més tòxiques, i les que s'eliminen amb facilitat tendeixen a ser-ho menys. Els efectes tòxics produïts per l'arsènic són diferents segons el tipus d'exposició, és a dir, si es tracta d'una exposició aguda, normalment de tipus accidental, o bé una exposició crònica, a partir de la dieta.

Els símptomes d'una intoxicació aguda inclouen vòmit, dolor abdominal i diarrea. Una exposició crònica per via oral pot causar, principalment, càncer i lesions cutànies, i també s'ha associat a problemes de desenvolupament, malalties cardiovasculars, neurotoxicitat i diabetis (Melkonian i col·l., 2012). La major part de les dades disponibles se centren en l'exposició a arsènic en adults, tot

i que els nens són més vulnerables ja que són més susceptibles (Rodríguez-Barranco i col·l., 2013).

Entre els casos registrats cal destacar el de la població de Bangladesh (Jiang i col·l., 2012; Naujokas i col·l., 2013) i l'episodi de contaminació de l'arròs de camps regats amb aigua contaminada amb arsènic. El problema no es va detectar fins als anys 90, per la qual cosa milions de persones van estar i estan exposades a altes concentracions d'arsènic a través de l'aigua, amb efectes importants sobre la seva salut, com ara lesions cutànies i una major incidència de càncer (Rahman i col·l., 2013).

Cal destacar que les formes inorgàniques de l'arsènic són les més tòxiques. Aquesta forma es troba principalment en les plantes perquè poden absorbir l'arsènic del sòl o de l'aigua contaminada. Diversos estudis han demostrat que la ingesta d'arsènic inorgànic també pot incrementar el risc de desenvolupar càncer de pulmó (Hubaux i col·l., 2013), pell (Bailey i col·l., 2009), bufeta (Bailey i col·l., 2012), fetge (Sung i col·l., 2012) o ronyó (Yuan i col·l., 2010), entre d'altres. L'Agència Internacional per a la Recerca del Càncer (IARC) cataloga aquest contaminant com a carcinogen de categoria 1 (carcinogen per als éssers humans, amb evidència epidemiològica suficient), mentre que l'Agència de Protecció Ambiental nord-americana (EPA) el classifica en el grup A (carcinògens humans, amb evidència suficient obtinguda d'estudis epidemiològics) i estableix un valor de risc de càncer per l'exposició oral.

El Comitè Mixt FAO-OMS d'experts en additius i contaminants alimentaris (JECFA) va establir el 1993 com a ingesta setmanal provisional tolerable (PTWI) per a l'arsènic inorgànic en 15 µg/kg de pes corporal.

Atenent a la seva perillositat i presència en la dieta, la Comissió Europea va reclamar a finals de 2009 a l'EFSA una revisió dels seus nivells i efectes per a la salut, principalment de l'arsènic inorgànic. D'acord amb les dades relatives al càncer de pulmó en humans, l'EFSA va proposar utilitzar com a referència el límit més baix del percentil 95% de la dosi experimental que s'associa a un 1% d'incidència o risc extra (BMDL₀₁) i que s'estableix en un interval de 0,3 a 8,0 µg/kg de pes corporal/dia. El 2010, el JECFA va establir com a valor de referència el BMDL_{0,5} de 3 µg/kg de pes corporal/dia (amb un interval entre 2 i 7 µg/kg de pes corporal/dia).

El Reglament CE 744/2012 fixa els límits d'arsènic per a determinats productes en alimentació animal. El Reglament CE 1881/2006 sobre el contingut màxim de determinats contaminants en els productes alimentaris fixa el contingut màxim d'arsènic inorgànic en l'arròs i alguns dels seus derivats ja que, com hem dit, té un pes preminent com a font d'arsènic inorgànic en la dieta.

4.1. Resultats

Les concentracions d'arsènic total i d'arsènic inorgànic en cadascun dels 70 aliments individualment analitzats es mostren a l'annex 1. El grup d'aliments on s'ha detectat una major quantitat d'arsènic total és al grup del peix, essent el llenguado l'espècie que en presenta una major concentració (9,283 µg/g de pes fresc), seguit de la sípia i del seitó (8,732 i 7,849 µg/g de pes fresc), però no obstant en tots els peixos l'arsènic inorgànic ha donat per sota del límit de detecció. Per altra banda, en el grup del pa i cereals i els seus derivats es troben valors moderats d'arsènic total, però són els grups d'aliments on trobem els nivells més alts d'arsènic inorgànic. Dins d'aquests grups, la concentració més elevada s'ha trobat a l'arròs amb 0,108 µg/g de pes fresc. Aquesta concentració d'arsènic inorgànic en l'arròs no supera els valors màxims legals. No s'han detectat quantitats significatives d'As total en la resta de grups considerats i la majoria d'aliments tenen nivells per sota dels límits de detecció (0,002 µg/g de pes fresc), excepte en cigrons i potets de carn i de peix.

4.2. Contribució dels aliments a la ingesta dietètica

La ingesta diària d'arsènic total d'una persona adulta s'ha estimat en 98,16 µg/dia (Taula 8). L'aportació més important d'arsènic total es troba en el grup del peix, seguit del grup del pa i els cereals amb 2,54 µg/dia, essent l'arròs l'aliment que més hi contribueix (1,78 µg/dia). La resta de grups d'aliments no aporten cap quantitat significativa d'arsènic total a la dieta.

Pel que fa a la ingesta d'arsènic inorgànic, representa el 2,64% de l'arsènic total que ingereix un home adult (2,58 µg/dia), majoritàriament del grup del pa i els cereals.

Taula 8. Ingesta diària d'arsènic total i d'arsènic inorgànic d'un home adult (18-74 anys) pels aliments estudiats (en µg/dia)

Aliments	Consum (g/dia)	Ingesta d'As total (µg/dia)	Ingesta d'As inorgànic (µg/dia)
Total carn i derivats	83,41	0,14	0,13
Total peix i marisc	34,47	94,72	0,04
Total verdures i hortalisses	95,93	0,12	0,12
Total tubercles	41,28	0,04	0,04
Total fruites	114,54	0,17	0,17
Total ous	17,18	0,02	0,02
Total llet i anàlegs	156,1	0,15	0,15
Total derivats làctics	46,76	0,05	0,05
Total pa i cereals	99	2,54	1,71
Total llegums	6,04	0,02	0,01
Total olis	17,51	0,02	0,02
Total brioixeria	18,51	0,13	0,10

Total salses	5,73	0,02	0,02
Total xocolata	0,92	0,02	0,01
Total d'aliments considerats	737,38	98,16	2,58

4.3. Ingesta diària estimada en els diferents grups de població

La taula 9 mostra la ingesta diària estimada d'arsènic total i d'arsènic inorgànic per als diferents grups de població.

Taula 9. Ingesta diària estimada d'arsènic per als diferents grups de població

Grups de població	Ingesta d'As total ($\mu\text{g}/\text{dia}$)	Ingesta d'As total ($\mu\text{g}/\text{kg}/\text{dia}$)	Ingesta d'As inorgànic ($\mu\text{g}/\text{dia}$)	Ingesta d'As inorgànic ($\mu\text{g}/\text{kg}/\text{dia}$)
6-11 mesos	62,01	7,38	1,48	0,18
12-36 mesos	190,86	15,52	2,39	0,19
3-9 anys	135,28	5,64	3,10	0,13
10-17 anys	170,94	3,35	3,66	0,07
18-39 anys	92,02	1,28	2,83	0,04
40-64 anys	125,93	1,64	2,63	0,03
65-74 anys	136,26	1,93	2,25	0,03
Embarassades	104,05	1,60	2,48	0,04

El grup de població que presenta una ingesta més elevada d'arsènic total és el de 12 a 36 mesos (190,86 $\mu\text{g}/\text{dia}$), seguit del grup de 10-17 anys (170,94 $\mu\text{g}/\text{dia}$). Pel que fa a l'arsènic inorgànic, la població de 10 a 17 anys és la que hi està més exposada (3,66 $\mu\text{g}/\text{dia}$), seguida dels nens de 3 a 9 anys (3,10 $\mu\text{g}/\text{dia}$). A partir dels resultats exposats, s'evidencia que la població infantil i l'adolescent és la més exposada a l'As total i l'As inorgànic.

4.4. Avaluació del risc

4.4.1. Comparació amb els nivells de seguretat establerts

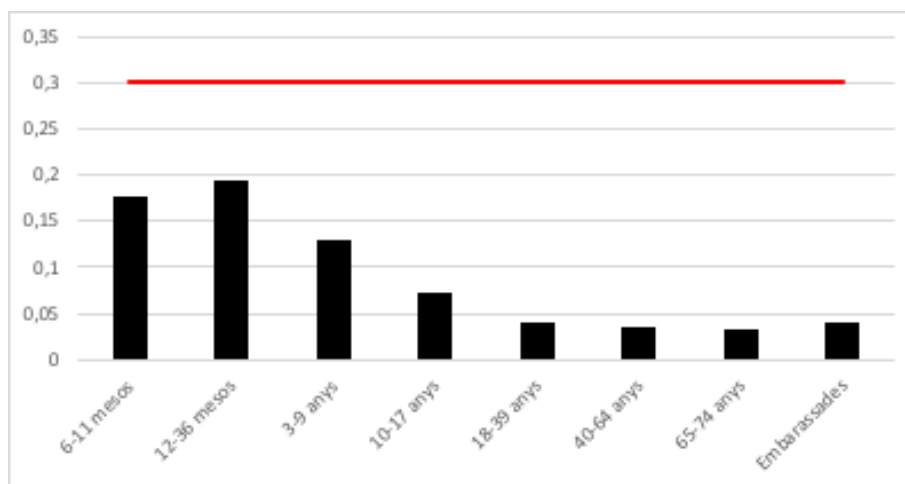
A la figura 3 es presenta la ingesta diària estimada setmanal d'arsènic inorgànic per consum dels aliments considerats en els diferents grups de població, expressada en funció del pes corporal.

Segons l'estudi d'exposició publicat per l'EFSA al 2014, s'estima que l'exposició dels ciutadans europeus adults a l'As inorgànic se situa, de mitjana, en un rang d'entre 0,09 i 0,38 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{dia}$ (percentil 95%, 0,14 -0,64 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{dia}$), mentre que per als nens el rang se situa entre 0,20 i 1,37 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{dia}$ (percentil 95%, 0,36-

2,09 µg/kg/dia). Els valors d'ingesta calculats per a tots els grups de població catalana es troben per sota d'aquests intervals (figura 3). L'exposició dietètica dels nens és superior a la dels adults, atès que durant la infància consumeixen una quantitat més gran d'aliments en relació al pes corporal.

Per fer l'avaluació comparem la ingesta d'arsènic inorgànic amb el valor de referència establert el 2009 pel grup d'experts en contaminants de la cadena alimentària de l'EFSA segons els efectes cancerígens sobre bufeta, pulmó i pell i que s'estableix en 0,3 µg/kg/dia, el límit baix del rang (0,3-8,0 µg/kg/dia) del percentil 95% de la dosi experimental que produeix un augment de l'1% d'efecte (BMDL₀₁).

Figura 3. Ingesta diària estimada d'arsènic inorgànic segons el grup de població i el pes corporal (µg/kg pes corporal/dia)



Tots els grups de població estudiats estan per sota del rang de 0,3-8,0 µg/kg/dia, essent la població infantil de 12 a 36 mesos i la de 6 a 11 mesos, els grups que s'apropen més al límit inferior del rang (0,19 i 0,18 µg/kg/dia, respectivament). Tot i que cap grup de població no supera el límit baix del rang del BMDL₀₁, els marges d'exposició (MoE) són petits i no es pot descartar cert risc, sobretot per als grups de població infantil.

4.4.2. Avaluació probabilística de l'exposició

La taula 10 presenta els resultats de l'avaluació probabilística de l'exposició a l'arsènic total a través de la dieta.

Taula 10. Percentils d'ingesta relativa d'arsènic total ($\mu\text{g}/\text{kg}$ pes corporal/dia) en la població general segons els diferents graus d'incertesa

Percentils	Exposició	Grau d'incertesa			
		0,025	0,250	0,750	0,975
p50	0,88	0,77	0,84	0,90	1,00
p90	3,04	2,40	2,70	3,37	3,67
p95	5,12	3,40	3,97	5,51	7,84
p99	18,55	7,82	11,37	23,36	33,57

La taula 11 presenta els resultats de l'avaluació probabilística de l'exposició a l'arsènic inorgànic a través de la dieta.

Taula 11. Percentils d'ingesta relativa d'arsènic total ($\mu\text{g}/\text{kg}$ pes corporal/dia) en la població general segons els diferents graus d'incertesa

Percentils	Exposició	Grau d'incertesa			
		0,025	0,250	0,750	0,975
p50	0,029	0,026	0,028	0,029	0,030
p90	0,059	0,054	0,056	0,061	0,068
p95	0,080	0,060	0,070	0,080	0,100
p99	0,170	0,09	0,150	0,180	0,210

De l'estudi probabilístic, se'n conclou que l'exposició a l'arsènic inorgànic per part de la població general es troba per sota del BMDL_{01} , fins i tot en el pitjor dels casos. Tanmateix, els MoE que se'n deriven són petits en els marges superiors del rang d'incerteses, de manera que no es pot descartar cert risc per a la salut.

4.5. Evolució temporal

4.5.1. Concentració

La taula 12 mostra la variació temporal en la concentració d'As total en els diversos grups d'aliments. En comparació amb l'estudi de 2012 es pot observar que no hi ha canvis significatius pel que fa al contingut d'arsènic total en els diferents grups d'aliments. Dels grups d'aliments de salses, aliments infantils i xocolata no hi ha dades d'estudis anteriors i, per tant, no es pot comparar amb cap resultat.

Taula 12. Variació temporal d'As total en els grups d'aliments (en µg/g de pes fresc).
Valors establerts com a mitjana

Grups alimentaris	2000	2005	2008	2012	2017
Carn i derivats	0,02	0,05	0,013	0,001	0,003
Peix i marisc	2,21	4,39	5,41	3,24	3,59
Verdures i hortalisses	0,002	0,010	0,019	0,002	0,002
Tubercles	0,013	0,010	0,013	<0,002	<0,002
Fruita	0,002	0,010	0,013	0,002	0,002
Ous	0,002	0,010	0,013	<0,002	<0,002
Llet i anàlegs	0,006	0,004	0,013	<0,002	<0,002
Derivats làctics	0,023	0,003	0,026	<0,002	<0,002
Pa i cereals	0,042	0,06	0,061	0,045	0,047
Llegums	0,002	0,003	0,013	0,003	0,004
Olis i greixos	0,092	0,010	0,013	<0,002	<0,002
Brioixeria	-	0,004	0,013	0,013	0,010
Salses	-	-	-	-	0,003
Aliments infantils	-	-	-	-	0,031
Xocolata	-	-	-	-	0,016

4.5.2. Ingesta

A la taula 13 s'observa la variació en la ingesta diària d'As total i d'As inorgànic en els estudis de 2000 i 2017, per a un home adult. En el còmput global, la ingesta diària calculada ha estat notablement inferior a la de la resta d'estudis. Des de l'estudi de 2012, s'ha determinat la concentració d'arsènic inorgànic i la ingesta s'ha calculat segons la concentració a cada aliment. En canvi, anteriorment els valors d'arsènic inorgànic s'obtenien a partir d'estimacions bibliogràfiques.

Taula 13. Variacions en la ingesta diària d'As total i d'As inorgànic

Grups alimentaris	Consum d'aliment g/dia			Ingesta d'As total µg/dia					Ingesta d'As inorgànic µg/dia				
	2000	ENCAT 2003	ENALIA 2016	2000	2005	2008	2012	2017	2000	2005	2008	2012	2017
Carn i derivats	185	171,9	83,41	3,70	0,86	2,30	0,21	0,14	3,70	0,60	1,61	0,17	0,13
Peix i marisc	92	67,5	34,47	203,3	248,1	316,1	205,5	94,72	20,33	5,88	7,84	0,56	0,03
Verdures i hortalisses	226	159,7	95,93	0,34	0,93	3,45	0,21	0,12	0,34	0,65	2,41	0,21	0,12
Tubercles	74	73,1	41,28	0,96	0,58	0,98	0,07	0,04	0,96	0,41	0,68	0,07	0,04
Fruita	239	193,6	114,54	0,36	1,67	2,59	0,21	0,17	0,36	1,17	1,81	0,21	0,17
Ous	34	31,3	17,18	0,51	0,38	0,42	0,03	0,02	0,51	0,26	0,29	0,03	0,02
Llet i anàlegs	217	157,5	156,1	1,30	0,47	2,11	0,16	0,15	1,30	0,33	1,47	0,16	0,15
Derivats làctics	106	101,3	46,76	2,39	0,23	3,12	0,10	0,05	2,39	0,16	2,18	0,10	0,05

Pa i cereals	206	225,3	99	8,73	10,08	11,61	9,90	2,54	8,73	7,05	8,13	1,65	1,71
Llegums	24	30,4	6,04	0,04	0,01	0,41	0,08	0,02	0,04	0,06	0,28	0,05	0,01
Olis i greixos	41	27,2	17,51	3,76	0,28	0,36	0,03	0,02	3,76	0,20	0,25	0,03	0,02
Brioixeria	-	45,5	18,51	-	0,18	0,61	0,30	0,13	-	0,13	0,43	0,24	0,10
Salses	-	-	5,73	-	-	-	-	0,02	-	-	-	-	0,02
Aliments infantils	-	-	n.d.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Xocolata	-	-	0,92	-	-	-	-	0,02	-	-	-	-	0,01
TOTAL	1444	1284,3	737,38	225,4	263,8	344,1	216,8	98,16	42,42	16,90	27,38	3,48	2,58

Segons aquest darrer estudi, la ingesta d'arsènic total ha disminuït considerablement en el grup del peix i el marisc i en el del pa i els cereals. S'ha de tenir en compte que el consum d'aliments d'aquest grup ha disminuït a més de la meitat respecte a les dades d'ENCAT 2003 i les de l'any 2000.

En el cas de l'especiació de l'arsènic inorgànic, el descens ha estat significatiu. No obstant, cal tenir en compte que en els estudis anteriors a 2012 es calculava mitjançant una estimació (EFSA, 2009) però a partir del 2012 s'analitza particularment, fet que explicaria la important disminució en la ingesta. En l'estudi present hi ha un petit descens en la ingesta d'arsènic inorgànic si es compara amb l'anterior estudi.

4.6. Altres estudis

A la taula 14 es presenten les dades d'estudis similars fets a diversos indrets d'arreu del món. Tot i que la comparació pot resultar difícil, per raons metodològiques i de disseny, es pot concloure que els valors d'ingesta dietètica d'As total està a la part del mig del rang i la ingesta d'As inorgànic de la població catalana està a la part baixa del rang respecte a altres països.

Taula 14. Ingesta diària d'As total i As inorgànic. Comparació amb altres països

País	As total µg/dia	InAs µg/dia	Autors
Catalunya	98,16	2,58	Estudi actual
Xile	73,02	19,78	Muñoz i col·l., 2017
València	-	1,47	Marín i col·ls., 2017
Índia	25,90	-	Kumar i col·l., 2016
Corea	145,4	10,4	Seo i col·l., 2016
Argentina	-	10,7	Sigrist i col·l., 2016
Itàlia	-	0,49	Cubadda i col·l., 2016
Japó	-	19-59	Oguri i col·l., 2014
Sèrbia	21,89	-	Skrbic i col·l., 2013
Japó	27	3,8	Oguri i col·ls., 2012
Catalunya	199	-	Domingo i col·l., 2012
UE	-	6,3-26,6	EFSA, 2014

5 Cadmi

El cadmi (Cd) és un metall pesant que es troba en quantitats relativament reduïdes a l'escorça terrestre. Es combina regularment amb clorurs, sulfits i sulfats i de manera habitual forma compostos complexos amb altres metalls.

El cadmi arriba al medi ambient a partir de fonts naturals, com les emissions volcàniques, o a partir de la indústria i l'agricultura. Es genera com a subproducte durant els processos de producció de metalls com el zinc, el plom o el coure. Presenta múltiples aplicacions, com a anticorrosiu o semiconductor, i és relativament normal emprar-lo en la fabricació de pigments, revestiments metàl·lics i aliatges, així com en soldadura, bateries de níquel i cadmi o galvanotècnia (Frye i col., 2012). També s'empra com a catalitzador en alguns processos industrials com, per exemple, d'estabilitzador d'alguns plàstics i en la fabricació de determinats plaguicides i fertilitzants.

Un cop present al medi ambient, el cadmi s'escampa principalment per sòls i aigües, des d'on passa fàcilment als vegetals. El consum de vegetals és una de les principals vies d'entrada d'aquest contaminant a la cadena tròfica. Cal destacar que alguns cereals (principalment arròs i blat) concentren selectivament el cadmi, la qual cosa significa que poden contenir-ne quantitats importants.

Igual que l'arsènic, una via destacable d'exposició dels éssers humans al cadmi és la ingesta, ja sigui per el consum d'aliments o d'aigua de beguda (Amzal i col., 2009). El marisc pot ser també una font molt important de cadmi. D'altra part, cal destacar el grup dels cereals, no perquè en continguin una gran quantitat, sinó perquè suposa una part molt important de la dieta.

La inhalació del fum del tabac n'és també una font molt important, essencialment en persones fumadores (McElroy i col., 2007). L'absorció intestinal del cadmi és baixa (entre el 5% i el 10% del que s'ingereix l'absorbeix al tracte digestiu) i s'elimina majoritàriament via femta. La fracció absorbida es pot retenir i acumular als teixits tous, principalment als ronyons i al fetge. La vida mitjana en el cos humà s'estima en uns 20-30 anys.

Alguns dels efectes adversos relacionats amb una intoxicació crònica per cadmi són vòmits i diarrees, a més de nefropatia càdmica (Bjermo i col., 2013). També pot portar problemes en el teixit ossi, a causa d'una suposada interferència en el metabolisme del calci. Aquests símptomes són molt visibles en les persones afectades per la síndrome d'Itai-Itai (Osada i col., 2011) de les famílies agrícoles de Toyama (Japó) intoxicades en regar plantes d'arròs amb aigües contaminades de Cd. Finalment, diversos autors i institucions han evidenciat la influència del cadmi en el desenvolupament de càncer de pròstata, pit, fetge i pulmó (Hartwing, 2013).

L'Agència Internacional de Recerca sobre el Càncer (IARC) ha catalogat el cadmi en la categoria 1 (cancerigen per als éssers humans, amb evidència epidemiològica suficient per als humans). D'altra banda, l'EPA (Environmental Protection Agency) classifica el cadmi en el grup B1 (carcinògens humans probables, amb evidència limitada d'estudis epidemiològics), sense establir-ne cap valor de risc. Estudis recents apunten que el cadmi podria ser també cancerigen per via alimentària a partir d'una ingesta diària d'1,5 µg Cd/kg de pes corporal segons l'EFSA (Autoritat Europea de Seguretat Alimentària) el 2009.

El 2003 el JECFA (Joint Expert Committee on Food Additives) estableix una ingesta setmanal provisional tolerable (PTWI) per al cadmi de 7 µg/kg de pes corporal.

El Programa de medi ambient de les Nacions Unides (UNEP) va assenyalar el 2010 que la ingesta setmanal de cadmi a partir dels aliments en la majoria dels països es troba entre 0,7 i 2,8 µg/kg de pes corporal per setmana, cosa que representa un marge de seguretat petit, inferior a 10, de manera que podria haver-hi grups de població en risc, com ara el de les persones fumadores o vegetarianes.

El 2009, l'EFSA va avaluar el cadmi en la dieta i va fixar-ne una ingesta setmanal tolerable (IST) de 2,5 µg/kg de pes corporal (ingesta diària de 0,357 µg/kg). Aquesta IST s'ha obtingut d'un estudi del metanàlisi de 35 estudis que demostraven una relació entre l'excreció urinària de cadmi i la d'un marcador de dany tubular renal, la beta-2-microglobulina. L'EFSA assenyala que hi ha països d'Europa en què la població podria excedir aquesta IST. Les persones vegetarianes, les fumadores, els infants i els habitants de zones amb molta contaminació podrien duplicar-la. En un estudi del 2012, l'EFSA assenyala les patates (13,2%), el pa (11,7%), la brioixeria (5,1%), la xocolata (4,3%), els vegetals de fulla (3,9%) i els mol·luscs aquàtics (5,1%) com els aliments que més Cd aporten a la dieta dels europeus.

Els límits màxims permesos en els aliments es recullen al Reglament 1881/2006 de la Comissió, que fixa el contingut màxim de determinats contaminants en els aliments.

5.1. Resultats

Les concentracions detectades en els aliments analitzats es troben recollides de manera individual a l'annex 1. L'aliment que presenta una concentració més elevada de cadmi és el calamar (1,274 µg/g de pes fresc), seguit de la sípia i del cacau soluble, amb 0,157 i 0,062 µg/g de pes fresc, respectivament.

5.2. Contribució dels aliments a la ingesta dietètica

La ingesta diària de cadmi per a un home adult s'ha estimat en 6,13 µg/dia (taula 15), essent la del grup de peix i marisc la principal aportació amb 2,26 µg/dia. L'altre grup d'aliments que contribueix en gran mesura a la ingesta de cadmi és el del pa i cereals amb 1,86 µg/dia. De la resta de grups en destaquen el dels tubercles (0,84 µg/dia) i el de les verdures i hortalisses (0,31 µg/dia).

Taula 15. Ingesta diària de cadmi per a un home adult (18-74 anys) en els aliments estudiats

Aliments	Consum (g/dia)	Cd (µg/dia)
Total carn i derivats	83,41	0,08
Total peix i marisc	34,47	2,26
Total verdures i hortalisses	95,93	0,31
Total tubercles	41,28	0,84
Total fruites	114,54	0,13
Total ous	17,18	0,02
Total llet i anàlegs	156,1	0,22
Total derivats làctics	46,76	0,06
Total pa i cereals	99	1,86
Total llegums	6,04	0,01
Total olis	17,51	0,02
Total brioixeria	18,51	0,17
Total salses	5,73	0,08
Total xocolata	0,92	0,07
Total	737,38	6,13

5.3. Ingesta diària estimada en els diferents grups de població

La taula 16 mostra la ingesta diària estimada de cadmi en diferents grups de població.

Taula 16. Ingesta diària estimada de cadmi en diferents grups de població

Grups de població	Ingesta Cd (µg/dia)	Ingesta setmanal Cd (µg/kg/setmana)
6-11 mesos	2,98	2,48
12-36 mesos	4,88	2,78
3-9 anys	8,29	2,42
10-17 anys	10,08	1,38
18-39 anys	7,08	0,69
40-64 anys	6,85	0,62
65-74 anys	6,62	0,66
Embarassades	5,13	0,55

El grup de població que presenta una ingesta més elevada de cadmi és el de població adolescent de 10 a 17 anys (10,08 $\mu\text{g}/\text{dia}$), seguit del de població infantil de 3 a 9 anys (8,29 $\mu\text{g}/\text{dia}$). Tot i això, i segons el pes corporal, el grup més exposat és el de població infantil entre 12 i 36 mesos d'edat (2,78 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{setmana}$). Si revisem els aliments amb una contribució més elevada a la ingesta de Cd, es percep que la patata és l'aliment que més contribueix (60%) a l'exposició dietètica d'aquest element per als nadons de 6 a 11 mesos. Així mateix, cal destacar l'elevada contribució del calamar a la ingesta total, amb percentatges que assoleixen el 28% i 38% en les poblacions de 12-36 mesos i de 3-9 anys, respectivament. En aquests dos grups, la patata és el segon aliment en aportació de cadmi a la dieta (24% i 13% respectivament).

5.4. Avaluació del risc

5.4.1. Comparació amb els nivells de seguretat establerts

A la figura 4 es mostra la ingesta diària estimada setmanal de cadmi per consum d'aliments en els diferents grups de població, expressada en funció del pes corporal.

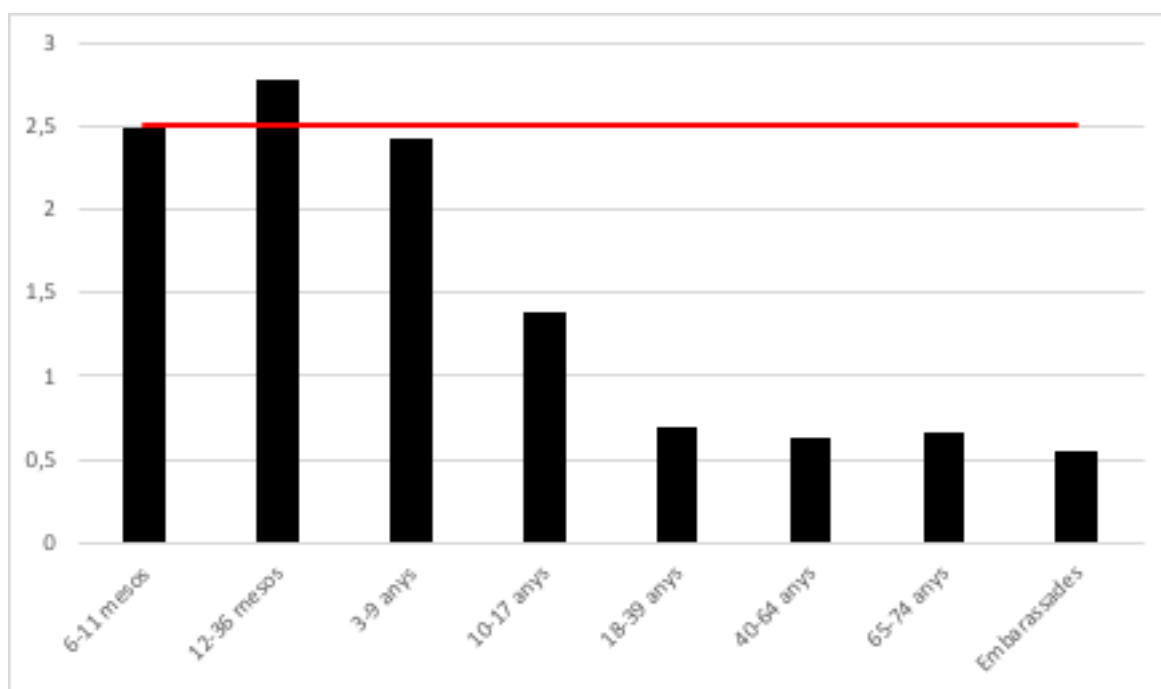


Figura 4. Ingesta setmanal estimada de cadmi per grup de població i pes corporal ($\mu\text{g}/\text{kg}$ pes corporal/setmana)

Si considerem el valor de seguretat establert per l'EFSA (2009) en 2,5 µg/kg/setmana, el grup de població de 12 a 36 mesos seria l'únic que superaria aquest llindar (2,78 µg/kg/setmana). A més a més, la població de 6 a 11 mesos i la de 3 a 9 anys s'hi troba molt a prop (2,49 i 2,42 µg/kg/setmana, respectivament).

5.4.2. Avaluació probabilística de l'exposició

La taula 17 presenta els resultats de l'avaluació probabilística de l'exposició al cadmi a través de la dieta.

Taula 17. Percentils d'ingesta relativa de cadmi (µg/kg pes corporal/dia) per a la població general segons els diferents graus d'incertesa

Percentils	Exposició	Grau d'incertesa			
		0,025	0,250	0,750	0,975
p50	0,070	0,066	0,068	0,072	0,074
p90	0,19	0,16	0,17	0,20	0,23
p95	0,31	0,21	0,26	0,33	0,56
LLp99	1,29	0,66	0,95	1,68	1,72

L'avaluació per grups d'edat mostra que els grups de més edat no superen el valor de seguretat, i l'estudi probabilístic indica que en el pitjor dels supòsits només entre un 1-5% de la població general podria estar exposat per sobre d'aquest valor.

5.5. Evolució temporal

5.5.1. Concentració

A la taula 18 es pot observar la variació detectada en la concentració de Cd en els grups d'aliments.

Taula 18. Variació temporal en les concentracions de cadmi en els grups d'aliments (en µg/g de pes fresc)

Grups alimentaris	2000	2005	2008	2012	2017
Carn i derivats	0,006	0,023	0,007	0,001	0,001
Peix i marisc	0,036	0,039	0,090	0,050	0,117
Verdures i hortalisses	0,005	0,007	0,016	0,006	0,003
Tubercles	0,020	0,025	0,053	0,015	0,022
Fruita	0,001	0,005	0,005	0,003	0,001
Ous	0,008	0,005	0,004	<0,002	0,001
Llet i anàlegs	0,002	0,005	0,004	<0,002	0,002

Derivats làctics	0,006	0,005	0,006	<0,002	0,002
Pa i cereals	0,033	0,016	0,023	0,015	0,017
Llegums	0,001	0,120	0,007	0,002	0,001
Olis i greixos	0,008	0,045	0,005	<0,002	0,001
Brioixeria	-	0,005	0,014	0,010	0,012
Salses	-	-	-	-	0,016
Aliments infantils	-	-	-	-	0,005
Xocolata	-	-	-	-	0,062

Respecte als estudis anteriors, podem dir que les concentracions de cadmi en els diferents grups d'aliments no presenten una tendència clara amb el pas del temps. Els grups amb més contingut de Cd són els de peix i marisc, xocolata, tubercles, pa i cereals, salses i brioixeria.

5.5.2. Ingesta

A la taula 19 s'observa la variació temporal en la ingesta diària de cadmi per a un home adult. La ingesta ha disminuït de forma significativa si es compara amb els estudis de 2012 i anteriors. La davallada més important s'ha donat al grup de pa i cereals i, en canvi, la ingesta de cadmi per peix i marisc i tubercles continua a nivells similars als de 2012.

Taula 19. Variacions en la ingesta diària de cadmi per a un home adult

Grups alimentaris	Consum d'aliment g/dia			Ingesta de cadmi total µg/dia				
	2000	ENCAT 2003	ENALIA 2016	2000	2005	2008	2012	2017
Carn i derivats	185	171,9	83,41	1,11	2,92	1,16	0,22	0,08
Peix i marisc	92	67,5	34,47	3,33	1,43	4,19	2,28	2,26
Verdures i hortalisses	226	159,7	95,93	1,13	0,98	2,68	0,93	0,31
Tubercles	74	73,1	41,28	1,47	1,80	3,85	1,10	0,84
Fruita	239	193,6	114,54	0,22	0,94	1,10	0,26	0,13
Ous	34	31,3	17,18	0,27	0,15	0,12	0,03	0,02
Llet i anàlegs	217	157,5	156,1	0,43	0,64	0,59	0,16	0,22
Derivats làctics	106	101,3	46,76	0,64	0,38	0,82	0,10	0,06
Pa i cereals	206	225,3	99	6,80	4,21	6,06	3,71	1,86
Llegums	24	30,4	6,04	0,01	3,09	0,21	0,07	0,01
Olis i greixos	41	27,2	17,51	0,33	0,43	0,11	0,03	0,02
Brioixeria	-	45,5	18,51	-	0,22	0,70	0,50	0,17
Salses	-	-	5,73	-	-	-	-	0,08
Aliments infantils	-	-	n.d.	-	-	-	-	-
Xocolata	-	-	0,92	-	-	-	-	0,07
TOTAL	1444	1284,3	737,38	15,74	17,19	21,59	9,39	6,13

5.6. Altres estudis

A la taula 20 es presenten les dades d'estudis similars de diversos indrets d'arreu del món. Tot i que la comparació pot resultar difícil, per raons metodològiques i de disseny, es pot concloure que els valors de la ingesta dietètica de Cd per a la població catalana es troben a la part baixa del rang.

Taula 20. Ingesta diària de cadmi. Comparació amb altres estudis.

País	µg/dia	Autors
Catalunya	6,13	Aquest estudi
Xile	18,12	Muñoz i col., 2017
Estats Units	10,4	Quraishi i cols., 2016
Japó	26,4	Itoh i col., 2014
Dinamarca	14	Eriksen i col., 2014
Tailàndia	21-56	Satarug i col., 2013
Sèrbia	11,51	Skrbic i col, 2013
Índia	50,6	Saha i col, 2013
Suècia	10,6	Sand i col., 2012
UE	20,4	EFSA, 2012
França	11,2	Amich i col., 2012
Bangladesh	34,55	Al-Rmalli i col, 2012
Xina	9,6	Huang i col., 2012
Catalunya	49,5	Domingo i col., 2012
Suècia	49	Sand i Becker, 2012

6 Mercuri

El mercuri es pot trobar en diverses formes químiques, principalment com a mercuri elemental, sals inorgàniques (clorur i sulfur fonamentalment) i mercuri orgànic (dimetilmercuri), cadascuna amb la seva particularitat toxicocinètica i determinats efectes sobre la salut. El mercuri s'ha utilitzat en processos industrials (Randall i Chattopadhyay, 2013), essent conegut el seu ús en la fabricació de termòmetres i altres aparells de mesura. El juliol del 2007 es va establir la prohibició de fabricar i comercialitzar termòmetres de mercuri a Espanya (Reglament 1406/1989). També se'n va fer força ús en la preparació d'amalgames dentals, tot i que actualment s'utilitzen materials d'obtenció alternatius.

El mercuri accedeix a l'ambient com a contaminant industrial per l'ús que se'n fa en l'extracció en mines d'or, entre altres metalls, a través de la combustió del carbó i també de manera natural en les erupcions volcàniques. Al voltant d'una tercera part del mercuri alliberat al medi ambient és d'origen natural, mentre que la resta s'allibera principalment durant els processos d'obtenció d'energia elèctrica a partir del carbó i a conseqüència de la utilització generalitzada de combustibles fòssils.

Tot el mercuri procedent d'aquestes emissions es troba en forma inorgànica, i finalment es diposita en sòls i aigües. En el medi aquàtic es transforma en metilmercuri (MeHg), la forma orgànica, fruit de la metilació del mercuri en algues i bacteris; el metilmercuri presenta una toxicitat més gran i és la forma més fàcilment absorbible pels organismes vius.

Els organismes i el plàncton poden ingerir el metilmercuri, fet que constitueix una de les vies d'entrada a la cadena tròfica (Hong i col., 2012). És altament liposoluble i presenta una gran capacitat de fixació en les proteïnes i, a més, mostra un grau elevat de bioacumulació, de manera que es produeix el que es coneix amb el nom de biomagnificació a través de la xarxa tròfica. És per això que les concentracions més altes es troben en espècies situades a la part superior de la cadena tròfica: els grans predadors com el tauró, el peix espasa i la tonyina (ACSA, 2008; Perelló i col., 2008). D'altra banda, el mercuri es pot trobar dissolt o bé absorbit a les partícules a l'aigua, de manera que els organismes filtradors, particularment els bivalves, el troben com a aliment en suspensió. En conseqüència, aquests també el poden acumular en quantitats significatives.

Altres aliments poden contenir mercuri, però en la majoria és en forma de mercuri inorgànic. El mercuri inorgànic present en els aliments és considerablement menys tòxic que el metilmercuri.

L'exposició al mercuri es produeix fonamentalment a través de l'aigua de beguda i de la dieta, principalment per ingesta de peix, marisc i mol·luscs, on s'estima que el 90% es troba en forma de metilmercuri. L'exposició a aquest compost a través del peix, a priori no suposa un risc per a la salut, ja que els nivells són inferiors als considerats segurs per a la població general. Tot i així, cal tenir present que certs grups de població han de prendre mesures de prevenció, especialment els nens, les dones embarassades i els lactants.

Les vies respiratòria i dèrmica estan associades a situacions concretes d'exposició per causes laborals i es deuen a l'exposició a mercuri inorgànic, principalment. La pols i els vapors de mercuri s'absorbeixen gairebé completament per via pulmonar. Les sals de mercuri produeixen lesions a la pell i a les mucoses, però presenten absorció intestinal baixa. La toxicitat del mercuri depèn, en gran part, de la forma química que adopti; el mercuri elemental és poc tòxic per ingestió, ja que s'absorbeix molt poc i s'elimina ràpidament i, en canvi, és molt tòxic per inhalació (Driscoll i col., 2013).

Les formes orgàniques del mercuri, i principalment el metilmercuri, són més tòxiques. A diferència de les altres formes químiques, s'absorbeixen amb molta facilitat per via digestiva i s'eliminen amb dificultat. El metilmercuri, que s'acumula al cervell, els ronyons i el fetge, té un clar potencial mutagènic i teratogènic (substància provadament nociva per al fetus).

En intoxicacions agudes pot causar tremolors, convulsions, incapacitat per caminar i fins i tot la mort. En exposicions cròniques, les principals manifestacions es troben en els sistemes neurològic i renal. També pot provocar problemes de conducta, alteracions del llenguatge, pèrdues de memòria i fins retards en el desenvolupament general. El cas de Minamata, un dels majors desastres ambientals de la història, és una mostra d'això. Les persones adultes exposades a la intoxicació per metilmercuri van desenvolupar visió borrosa, trastorns olfactoris i gustatius, marxa atàxica, parestèsia a les mans, disàrtria i símptomes sensorials i psiquiàtrics, entre altres manifestacions. Així mateix, els nens nascuts de mares exposades presentaven grans manifestacions neurològiques (Maruyama i col., 2012; Yorifuji i col., 2011).

Els danys nefrotòxics s'associen més a intoxicacions per mercuri inorgànic, que també pot ser un corrosiu gastrointestinal, cutani i ocular. Respecte al potencial cancerigen, l'EPA cataloga el mercuri inorgànic en el grup C (possibles cancerígens humans, amb evidència limitada d'estudis en animals i sense informació sobre els éssers humans per totes les vies d'exposició); el metilmercuri també es classifica en el grup C. La IARC ha classificat el metilmercuri com a "possiblement cancerigen per a l'ésser humà" (Grup 2B).

L'EFSA dona com a ingesta setmanal tolerable (IST) de mercuri inorgànic 4 µg/kg de pes corporal, mentre que per al metilmercuri s'estableix una IST de 1,3 µg/kg de pes corporal.

Els límits màxims permesos en aliments es recullen al Reglament 1881/2006 de la Comissió.

6.1. Resultats

Les concentracions de Hg total i de MeHg en els diferents aliments analitzats es presenten a l'annex 1. Els valors més alts de Hg total s'han observat en l'emperador i la tonyina (0,856 i 0,430 µg/g de pes fresc, respectivament), també les dues espècies amb concentracions més elevades de metilmercuri (0,781 i 0,348 µg/g de pes fresc, respectivament). A la resta de grups d'aliments considerats, la concentració de Hg i MeHg no ha arribat al límit de detecció.

6.2. Contribució dels aliments a la ingesta

La ingesta diària de mercuri per a un home adult s'estima en 6,38 µg/dia, i és el grup d'aliments de peix i marisc el que més hi contribueix (5,61 µg/dia). Pel que fa al MeHg, només s'ha considerat el grup de peix i marisc, de manera que la ingesta total s'estima en 4,49 µg/dia (taula 21).

Taula 21. Ingesta diària de Hg i MeHg per a un home adult (18-74 anys) en els aliments estudiats (en µg/dia)

Aliments	Consum (g/dia)	Hg (µg/dia)	MeHg (µg/dia)
Total carn i derivats	83,41	0,13	-
Total peix i marisc	34,47	5,61	4,49
Total verdures i hortalisses	95,93	0,10	-
Total tubercles	41,28	0,04	-
Total fruites	114,54	0,11	-
Total ous	17,18	0,02	-
Total llet i anàlegs	156,1	0,16	-
Total derivats làctics	46,76	0,05	-
Total pa i cereals	99	0,10	-
Total llegums	6,04	0,01	-
Total olis	17,51	0,02	-
Total brioixeria	18,51	0,02	-
Total salses	5,73	0,01	-
Total xocolata	0,92	0,00	-
Total	737,38	6,38	4,49

6.3. Ingesta diària estimada per a diferents grups de població

La taula 22 mostra la ingesta diària estimada de mercuri i metilmercuri per als diferents grups de població.

El grup de població que presenta una ingesta més elevada de mercuri i de metilmercuri és el de la població adolescent de 10 a 17 anys (7,95 i 6,95 µg/dia, respectivament). En tots els grups de població estudiats, la ingesta de mercuri és molt semblant excepte en la població de 6 a 11 mesos, que és de 2,10 µg/dia.

Taula 22. Ingesta diària estimada de mercuri i metilmercuri en els diferents grups de població

Grups de població	Ingesta Hg (µg/dia)	Ingesta MeHg (µg/dia)	Ingesta setmanal MeHg (µg/kg/setmana)
6-11 mesos	2,11	1,24	1,03
12-36 mesos	5,36	3,92	2,23
3-9 anys	5,92	4,26	1,24
10-17 anys	7,95	5,70	0,78
18-39 anys	6,31	3,97	0,39
40-64 anys	6,57	4,40	0,40
65-74 anys	6,22	5,02	0,50
Embarassades	6,06	3,54	0,38

6.4. Avaluació del risc

6.4.1. Comparació amb els nivells de seguretat establerts

Les exposicions dietètiques al Hg total per a tots els grups de població són 10 vegades inferiors o més al valor de seguretat establert per al Hg inorgànic (4 µg/kg de pes corporal) i, per tant, es considera que no hi ha cap risc per a la salut.

En el cas del MeHg, l'EFSA va establir el valor d'ingesta setmanal tolerable en 1,3 µg/kg/setmana. La figura 5 mostra la ingesta estimada de MeHg en els diferents grups de població.

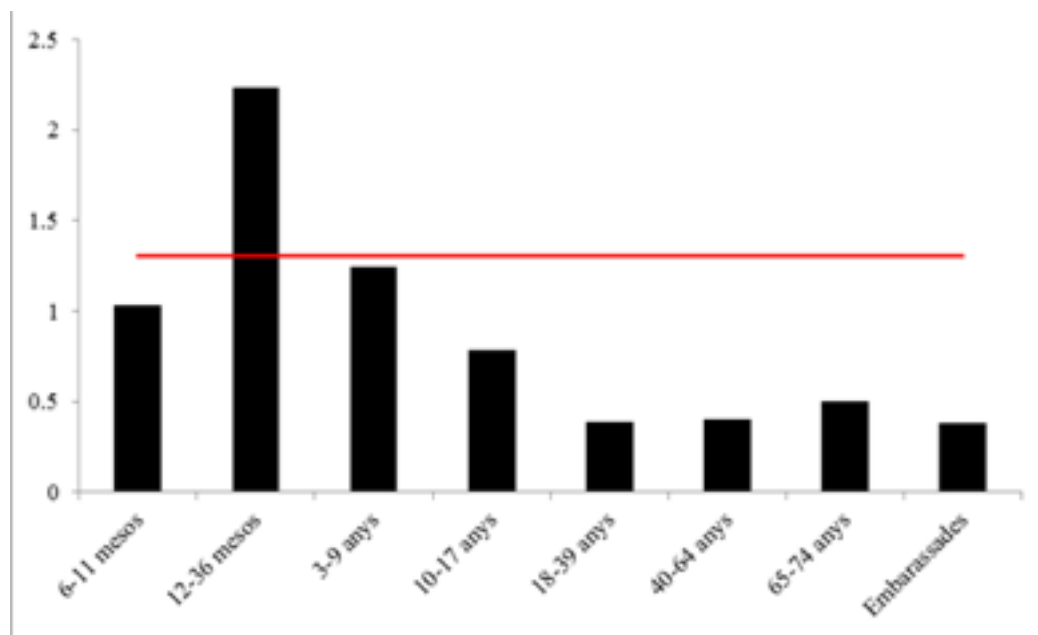


Figura 5. Ingesta setmanal estimada de metilmercuri segons el grup de població i el pes corporal ($\mu\text{g}/\text{kg}$ pes corporal/setmana).

Només el grup de 12-36 mesos ha superat el valor màxim recomanable de MeHg establert per l'EFSA ($1,3 \mu\text{g}/\text{kg}/\text{setmana}$), tot i que tots els grups infantils presenten nivells relativament elevats quan es fa el càlcul de la ingesta a partir del pes corporal. En tots aquests grups infantils, el lluç suposa el tipus de peix amb una aportació més elevada a la ingesta i és, de mitjana, un 45%, 56% i 41% del total de la ingesta de MeHg en els grups de 6-11 mesos, 12-36 mesos i 3-9 anys, respectivament. S'hauria de seguir amb l'avaluació de l'exposició a aquest metall pesant en les poblacions infantils per veure si disminueix durant els propers anys.

6.4.2. Avaluació probabilística de l'exposició

La taula 23 presenta els resultats de l'avaluació probabilística de l'exposició al mercuri total a través de la dieta.

Taula 23. Percentils d'ingesta relativa de mercuri total ($\mu\text{g}/\text{kg}$ pes corporal/setmana) per a la població general segons els diferents graus d'incertesa

Percentils	Exposició	Grau d'incertesa			
		0,025	0,250	0,750	0,975
p50	0,385	0,343	0,371	0,399	0,441
p90	1,33	1,05	1,26	1,47	1,61
p95	2,03	1,54	1,75	2,17	3,50
p99	10,71	3,71	4,97	8,96	55

La taula 24 presenta els resultats de l'avaluació probabilística de l'exposició al metilmercuri a través de la dieta.

Taula 24. Percentils d'ingesta relativa de metilmercuri ($\mu\text{g}/\text{kg}$ pes corporal/dia) per a la població general segons els diferents graus d'incertesa

Percentils	Exposició	Grau d'incertesa			
		0,025	0,250	0,750	0,975
p50	0,263	0,235	0,257	0,274	0,280
p90	0,784	0,672	0,784	0,840	0,896
p95	1,064	0,896	0,952	1,12	1,62
p99	2,016	1,73	1,90	2,01	2,40

Tot i que els valors mitjans de la població general estan molt per sota del valor de seguretat, els estudis probabilístics indiquen que la ingesta de Hg i MeHg d'un 1% de la població, segurament els grans consumidors de grans peixos predadors, podrien superar els valors de seguretat respectius. En el cas del MeHg també indica que el percentatge de població amb una ingesta que supera el valor de seguretat podria arribar, en el pitjor dels casos, al 5%.

6.5. Evolució temporal

6.5.1. Concentració

A la taula 25 es poden veure les concentracions de Hg total en els diferents estudis que s'han fet; s'hi observa que, igual que en l'estudi de 2012, les concentracions en tots els grups d'aliments es troben per sota del límit de detecció. L'únic grup en què es detecta mercuri és en el de peix i marisc, que n'ha disminuït la concentració respecte l'any 2012 i torna al nivell de 2008. Aquest descens no marca una tendència, ja que el global de la sèrie mostra una alternança de valors.

Taula 25. Variació temporal en les concentracions de Hg total en els grups d'aliments (en µg/g de pes fresc)

Grups alimentaris	2000	2005	2008	2012	2017
Carn i derivats	0,012	0,005	0,013	<0,002	<0,002
Peix i marisc	0,097	0,247	0,145	0,225	0,152
Verdures i hortalisses	0,001	0,004	0,007	<0,002	<0,002
Tubercles	0,003	0,004	0,010	<0,002	<0,002
Fruita	0,001	0,008	0,006	<0,002	<0,002
Ous	0,008	0,009	0,004	<0,002	<0,002
Llet i anàlegs	0,003	0,004	0,004	<0,002	<0,002
Derivats làctics	0,012	0,004	0,004	<0,002	<0,002
Pa i cereals	0,030	0,004	0,008	<0,002	<0,002
Llegums	0,001	0,022	0,008	<0,002	<0,002
Olis i greixos	0,030	0,004	0,006	<0,002	<0,002
Brioixeria	-	0,004	0,005	<0,002	<0,002
Salses	-	-	-	-	<0,002
Aliments infantils	-	-	-	-	0,002
Xocolata	-	-	-	-	<0,002

6.5.2. Ingesta

El principal i gairebé únic responsable d'aportar Hg i MeHg a la ingesta és el peix i el marisc. La ingesta total de mercuri estimada per a un individu estàndard a Catalunya és de 6,38 µg/dia (taula 26). Aquest valor és aproximadament la meitat del valor de 2012 i és molt més baix que el de la ingesta de mercuri estimada en estudis anteriors. Pel que fa al MeHg s'observen fluctuacions en els diferents anys, però cal tenir en compte que només es tenen dades experimentals d'especiació des de 2012, per la qual cosa considerem que encara no es poden avaluar les tendències temporals de MeHg.

Taula 26. Variacions en la ingesta diària de mercuri total i metilmercuri

Grups alimentaris	Consum d'aliment g/dia			Ingesta de Hg total µg/dia					Ingesta de MeHg total µg/dia				
	2000	ENCAT 2003	ENALIA 2016	2000	2005	2008	2012	2017	2000	2005	2008	2012	2017
Carn i derivats	185	171,9	83,41	2,28	0,95	2,40	0,17	0,13	-	-	-	-	-
Peix i marisc	92	67,5	34,47	8,92	12,61	5,39	10,20	5,61	8,03	11,35	4,85	7,33	4,49
Verdures i hortalisses	226	159,7	95,93	0,11	0,61	1,60	0,16	0,10	-	-	-	-	-
Tubercles	74	73,1	41,28	0,22	0,29	0,74	0,07	0,04	-	-	-	-	-
Fruita	239	193,6	114,54	0,12	1,25	1,37	0,19	0,11	-	-	-	-	-

Ous	34	31,3	17,18	0,22	0,28	0,14	0,03	0,02	-	-	-	-	-
Llet i anàlegs	217	157,5	156,1	0,65	0,51	0,70	0,16	0,16	-	-	-	-	-
Derivats làctics	106	101,3	46,76	1,27	0,30	0,47	0,10	0,05	-	-	-	-	-
Pa i cereals	206	225,3	99	6,18	0,90	1,99	0,23	0,10	-	-	-	-	-
Llegums	24	30,4	6,04	0,01	0,58	0,28	0,03	0,01	-	-	-	-	-
Olis i greixos	41	27,2	17,51	1,23	0,11	0,12	0,03	0,02	-	-	-	-	-
Brioixeria	-	45,5	18,51	-	0,18	0,23	0,05	0,02	-	-	-	-	-
Salses	-	-	5,73	-	-	-	-	0,01	-	-	-	-	-
Aliments infantils	-	-	n.d.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Xocolata	-	-	0,92	-	-	-	-	0,00	-	-	-	-	-
TOTAL	1444	1284,3	737,38	21,21	18,57	15,43	11,42	6,38	8,03	11,35	4,85	7,33	4,49

6.6. Altres estudis

A la taula 27 es presenten les dades d'estudis similars fets a diversos indrets d'arreu del món. Tot i que la comparativa pot resultar difícil, per raons metodològiques i de disseny, es pot concloure que els valors d'ingesta dietètica de Hg total i MeHg a la part alta del rang, molt per sobre de les ingestes d'altres països.

Taula 27. Ingesta diària de Hg total. Comparació amb altres estudis d'ingesta

País	Hg total µg/dia	MeHg µg/dia	Autors
Catalunya	6,38	5,20	Estudi actual
Xile	5,7	-	Muñoz i col·l., 2017
Espanya	11,64	-	Puerto-Parejo i col., 2017
Corea	4,74	3,72	Kim i col., 2016
Polònia	4,47	-	Koch i col., 2016
Xina	13,1 - 71,3	3,23 - 23,3	Cheng i col., 2013
Catalunya	40,4	-	Domingo i col., 2012
Noruega	3,7 - 5,7	-	Jenssen i col., 2012
Corea	2,2 - 3,1	-	Koh i col., 2012

7 Plom

El plom és un element amb una extensa distribució en el medi ambient. Es troba principalment a l'escorça terrestre com a galena (sulfur de plom), cerussita (carbonat de plom) o anglesita (sulfat de plom). El plom s'ha utilitzat principalment a la indústria, ja sigui en forma metàl·lica o formant aliatges. Fins a principis del segle XXI, el plom es va utilitzar força com a additiu en benzines; també es fa servir en la fabricació de bateries, plaguicides, vidres, vernissos per a ceràmiques, colorants, pintures o pigments, així com en soldadures i aliatges, i en la fabricació de munició (Wynant i col., 2013).

El plom metàl·lic, els vapors del qual poden arribar per via respiratòria, és el principal responsable de la contaminació ambiental. Les formes inorgàniques, com l'arsenit o el cromat, són solubles i d'escassa toxicitat, mentre que les orgàniques, molt tòxiques i molt utilitzades en la indústria, són les causants de les intoxicacions professionals

En general, la digestiva és la principal via d'entrada de plom a l'organisme (ACSA, 2008). La taxa d'absorció digestiva és del 10%, i pot arribar fins al 50% en els infants.

Quan aquest metall entra a l'organisme es distribueix per la sang i altres teixits, fins i tot els ossos, les dents i els òrgans com el fetge, els pulmons, el cervell i els ronyons. La via d'excreció és la urinària i, en menor proporció, la fecal. Es comporta com un tòxic multisistèmic que bàsicament inhibeix els sistemes enzimàtics cel·lulars i provoca efectes d'àmplia magnitud sobre diferents teixits i òrgans. Travessa la placenta i pot provocar avortaments o anomalies fetals (Soleo i col., 2012).

La intoxicació crònica per plom es coneix també amb el nom de saturnisme. Les alteracions hematològiques són principalment l'anèmia saturnina, el puntejat basòfil i l'alteració de proteïnes. Les manifestacions digestives són diverses, i en destaca el còlic saturní sense diarrea i els vòmits. També pot provocar alteracions del sistema nerviós central i perifèric, així com alteracions nefrítiques i endocrines.

La IARC classifica el plom inorgànic com a probable cancerigen per als humans (2A). D'altra banda l'EPA classifica el plom inorgànic en el grup B2 (cancerígens humans probables, amb evidència suficient d'estudis fets en animals i evidència inadequada o inexistent a partir d'estudis epidemiològics).

El JECFA ha establert la ingesta setmanal tolerable provisional (ISTP) per al plom en 25 µg/kg de pes corporal. L'EFSA (2010) va concloure que la ISTP actual de 25 µg/ kg de pes corporal ja no és apropiada ja que no hi ha evidència d'un llindar crític per als efectes induïts pel plom. Actualment, per a l'avaluació de risc, l'EFSA proposa analitzar-ho mitjançant el BMDL01 de diferents efectes derivats dels nivells de plom a la sang:

Efectes	BDML ₀₁ (µg/L)	Ingesta associada (µg/kg p. c./dia)
Neurotoxicitat	12	0,50
Sobre la pressió arterial sistòlica	36	1,50
Sobre la prevalença de malaltia renal crònica	15	0,63

Els límits màxims permesos de presència de determinats contaminants en els aliments es recullen en el Reglament 1881/2006 de la Comissió Europea.

7.1 Resultats

Les concentracions de plom en els aliments analitzats individualment es presenten a l'annex 1. El valors més alts de plom s'han observat al musclo i al cacau soluble (0,171 i 0,045 µg/g de pes fresc, respectivament); a la resta d'aliments, s'observen nivells força més baixos.

7.2. Contribució dels aliments a la ingesta

La ingesta diària de plom per a un home adult s'ha estimat en 2,62 µg/dia (taula 28), i és el grup de pa i cereals el que més hi contribueix (1,12 µg/dia). Dins del grup de pa i cereals, el pa blanc és el principal contribuent a la ingesta de plom (0,70 µg/dia), seguit de la pasta alimentària (0,27 µg/dia).

Taula 28. Ingesta diària de plom per un a home adult (18-74 anys) pels aliments estudiats (en µg/dia)

Aliments	Consum (g/dia)	Pb (µg/dia)
Total carn i derivats	83,41	0,32
Total peix i marisc	34,47	0,21
Total verdures i hortalisses	95,93	0,21
Total tubercles	41,28	0,09
Total fruites	114,54	0,12
Total ous	17,18	0,02
Total llet i anàlegs	156,1	0,15
Total derivats làctics	46,76	0,10
Total pa i cereals	99	1,12
Total llegums	6,04	0,06
Total olis	17,51	0,02
Total brioixeria	18,51	0,11
Total salses	5,73	0,05
Total xocolata	0,92	0,04
Total	737,38	2,62

7.3. Ingesta diària estimada per a diferents grups de població

La taula 29 mostra la ingesta diària estimada de plom per als diferents grups de població.

Taula 29. Ingesta diària estimada de plom per als diferents grups de població

Grups de població	Ingesta Pb (µg/dia)	Ingesta setmanal Pb (µg/kg/dia)	Ingesta Pb (µg/kg/dia)
6-11 mesos	1,24	1,03	0,15
12-36 mesos	2,14	1,22	0,17
3-9 anys	3,36	0,98	0,14
10-17 anys	4,12	0,57	0,08
18-39 anys	2,60	0,25	0,03
40-64 anys	2,61	0,24	0,03
65-74 anys	2,38	0,24	0,03
Embarassades	2,46	0,26	0,04

El grup de població que presenta una ingesta més elevada de plom és el de la població adolescent de 10 a 17 anys (4,12 µg/dia), seguit de la població infantil de 3 a 9 anys (3,36 µg/dia). Segons el pes corporal, la ingesta més elevada correspondria a la població infantil de 12 a 36 mesos (0,17 µg/kg/dia).

7.4. Avaluació del risc

7.4.1. Comparació amb els nivells de seguretat establerts

A la figura 7 es presenta la ingesta diària estimada de plom per consum d'aliments en els diferents grups de població, expressada en funció del pes corporal. Com s'ha esmentat, actualment l'EFSA estableix el mètode del BMDL01 per determinar si la ingesta diària de Pb pot suposar un risc, essent 0,50 µg/kg/dia, corresponent als efectes neurotòxics, el valor més restrictiu. En qualsevol cas, cap dels grups de població exposats no va superar aquest valor tot i que els marges d'exposició poden no ser suficients per descartar completament afectacions a la salut.

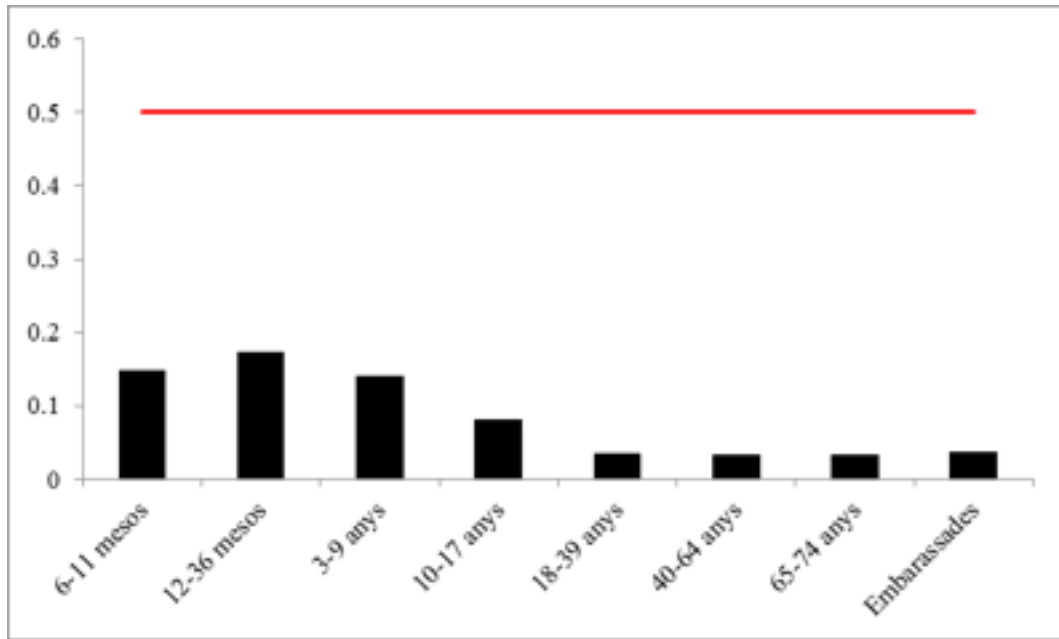


Figura 6. Ingesta diària estimada de plom segons el grup de població i el pes corporal ($\mu\text{g}/\text{kg}$ pes corporal/dia).

7.4.2. Avaluació probabilística de l'exposició

La taula 30 presenta els resultats de l'avaluació probabilística de l'exposició de la població en general al plom a través de la dieta; en cap situació se supera el valor de seguretat.

Taula 30. Percentils d'ingesta relativa de plom ($\mu\text{g}/\text{kg}$ pes corporal/dia) per a la població general segons els diferents graus d'incertesa

Percentils	Exposició	Grau d'incertesa			
		0,025	0,250	0,750	0,975
p50	0,034	0,032	0,034	0,035	0,036
p90	0,055	0,052	0,054	0,056	0,059
p95	0,064	0,057	0,061	0,067	0,076
p99	0,104	0,081	0,088	0,102	0,189

7.5. Evolució temporal

7.5.1. Concentració

A la taula 31 s'hi observa la variació de les concentracions de plom al llarg del temps en els diferents grups d'aliments. Es poden observar lleugeres disminucions en les concentracions de plom en tots els grups d'aliments menys en el grup de pa i cereals i el grup de llegums, que tenen valors similars als de 2012.

Taula 31. Variació temporal en les concentracions de plom en els grups d'aliments (en µg/g de pes fresc)

Grups alimentaris	2000	2005	2012	2017
Carn i derivats	0,024	0,024	0,011	0,005
Peix i marisc	0,051	0,042	0,028	0,019
Verdures i hortalisses	0,016	0,013	0,006	0,002
Tubercles	0,026	0,013	0,014	0,002
Fruita	0,013	0,013	0,005	<0,002
Ous	0,015	0,013	0,003	<0,002
Llet i anàlegs	0,006	0,024	<0,002	<0,002
Derivats làctics	0,023	0,013	0,012	0,004
Pa i cereals	0,024	0,013	0,010	0,011
Llegums	0,008	0,028	0,011	0,011
Olis i greixos	0,030	0,083	0,005	<0,002
Brioixeria	-	0,013	0,012	0,008
Salses	-	-	-	0,009
Aliments infantils	-	-	-	0,004
Xocolata	-	-	-	0,045

7.5.2. Ingesta

A la taula 32 es pot observar la variació temporal en la ingesta diària de Pb a Catalunya. Es pot veure una disminució significativa des de l'estudi de l'any 2000, ja que ha passat de 27,52 µg/dia l'any 2000 a 2,62 µg/dia l'any 2017. Hi ha hagut una reducció significativa de la ingesta de plom en tots els grups d'aliments, especialment del grup de pa i cereals, que suposa l'aportació més gran a l'exposició a aquest metall pesant.

Taula 32. Variacions en la ingesta diària de plom

Grups alimentaris	Consum d'aliment g/dia			Ingesta de Pb total µg/dia			
	2000	ENCAT 2003	ENALIA 2016	2000	2005	2012	2017
Carn i derivats	185	171,9	83,41	4,50	3,43	1,35	0,32
Peix i marisc	92	67,5	34,47	4,71	2,55	0,81	0,21
Verdures i hortalisses	226	159,7	95,93	3,68	2,08	0,95	0,21
Tubercles	74	73,1	41,28	1,92	0,95	1,03	0,09
Fruita	239	193,6	114,54	3,01	2,52	0,62	0,12
Ous	34	31,3	17,18	0,51	0,41	0,09	0,02
Llet i anàlegs	217	157,5	156,1	1,30	2,56	0,16	0,15
Derivats làctics	106	101,3	46,76	2,39	0,98	0,47	0,10
Pa i cereals	206	225,3	99	4,99	2,92	2,26	1,12
Llegums	24	30,4	6,04	0,18	0,78	0,34	0,06
Olis i greixos	41	27,2	17,51	0,33	0,87	0,07	0,02
Brioixeria	-	45,5	18,51	-	0,59	0,61	0,11
Salses	-	-	5,73	-	-	-	0,05
Aliments infantils	-	-	n.d.	-	-	-	-
Xocolata	-	-	0,92	-	-	-	0,04
TOTAL	1444	1284,3	737,38	27,52	20,64	8,76	2,62

7.6. Altres estudis

A la taula 33 es presenten les dades d'estudis similars fets a diversos indrets del món. Tot i que la comparació pot resultar difícil, per raons metodològiques i de disseny, es pot concloure que els valors d'ingesta dietètica de Pb es troben per sota de la mitjana d'altres països.

Taula 33. Ingesta diària de Pb. Comparació amb altres estudis d'ingesta

País	PB (µg/dia)	Autors
Catalunya	2,62	Estudi actual
Espanya	46,24	Puerto-Parejo i col., 2017
Xina	0,41*	Luo i col., 2016
Hong Kong	0,21*	Chen i col., 2014
Xina	1,601*	Yingliang i col., 2013
Alemanya	0,53*	Shneider i col., 2014
Sèrbia	72,3	Skrbic i col., 2013
Índia	295	Saha i col., 2013
Xina	37,8	Huang i col., 2012
Catalunya	19,8	Domingo i col., 2012

* µg/hg/dia

8 Dibenzodioxines i dibenzofurans policlorats (PCDD/F)

8.1. Resultats

A les taules A3.1-A3.11 de l'annex 3 es presenten les concentracions (pg/g) dels 17 congèneres analitzats de PCDD/F, en els diferents tipus d'aliments estudiats, i el seu equivalent en pg OMS-TEQ/g. A la taula 34 s'agrupen els equivalents en pg OMS-TEQ/g de manera conjunta per a tots el tipus d'aliments analitzats. La concentració més elevada de PCDD/F es va trobar en el musclo (0,192 pg OMS-TEQ/g), seguit del calamar i el salmó (0,171 i 0,131 pg OMS-TEQ/g). Per contra, els nivells més baixos es van trobar en el porro (0,002 pg OMS-TEQ/g). La mitjana més elevada es va trobar en el grup d'olis i greixos (0,096 pg OMS-TEQ/g) i la més baixa en la fruita (0,004 pg OMS-TEQ/g).

Taula 34. Concentració d'equivalents toxicològics (pg OMS-TEQ/g) associats a PCDD/F

Concentració en equivalents tòxics (pg OMS-TEQ/g) associada al seu contingut en PCDD/F					
Carn de vedella	0,007	Enciam	0,004	Llet de civada	0,008
Carn de porc	0,005	Tomàquet	0,007	Pa blanc	0,007
Pollastre	0,006	Carbassó	0,009	Pa de motlle	0,005
Pernil dolç	0,008	Mongeta verda	0,004	Arròs	0,004
Frankfurt	0,015	Ceba	0,006	Cereals d'esmorzar	0,007
Pernil salat	0,011	Porro	0,002	Pasta alimentària	0,007
Embotit gall dindi	0,005	Pastanaga	0,003	Llenties	0,004
Bacallà	0,024	Poma	0,003	Cigrons	0,005
Orada	0,082	Taronja	0,004	Oli d'oliva	0,112
Tonyina	0,032	Pera	0,003	Oli de gira-sol	0,079
Conserva de tonyina	0,011	Plàtan	0,003	Pa de llet	0,01
Seitó	0,111	Mandarina	0,008	Galetes "Maria"	0,01
Emperador	0,059	Ous de gallina	0,069	Magdalenes	0,009
Salmó	0,131	Llet sencera	0,009	Coc	0,01
Lluç	0,031	Llet semidesnatada	0,005	Galetes de xocolata	0,009
Rap	0,039	Iogurt natural	0,006	Croissant	0,016
Llenguado	0,052	Iogurt de sabors	0,005	Salsa de tomàquet	0,005
Sípia	0,036	Flam i natilles	0,008	Llet de continuació	0,005
Calamar	0,171	Formatge fresc	0,041	Farinetes de cereals	0,005
Llobarro	0,079	Formatge (talls)	0,042	Potet de pollastre	0,003
Musclo	0,192	Formatge semicurat	0,034	Potet de fruita	0,007
Panga	0,011	Llet de soja	0,007	Potet de vedella	0,005
				Potet de peix	0,006

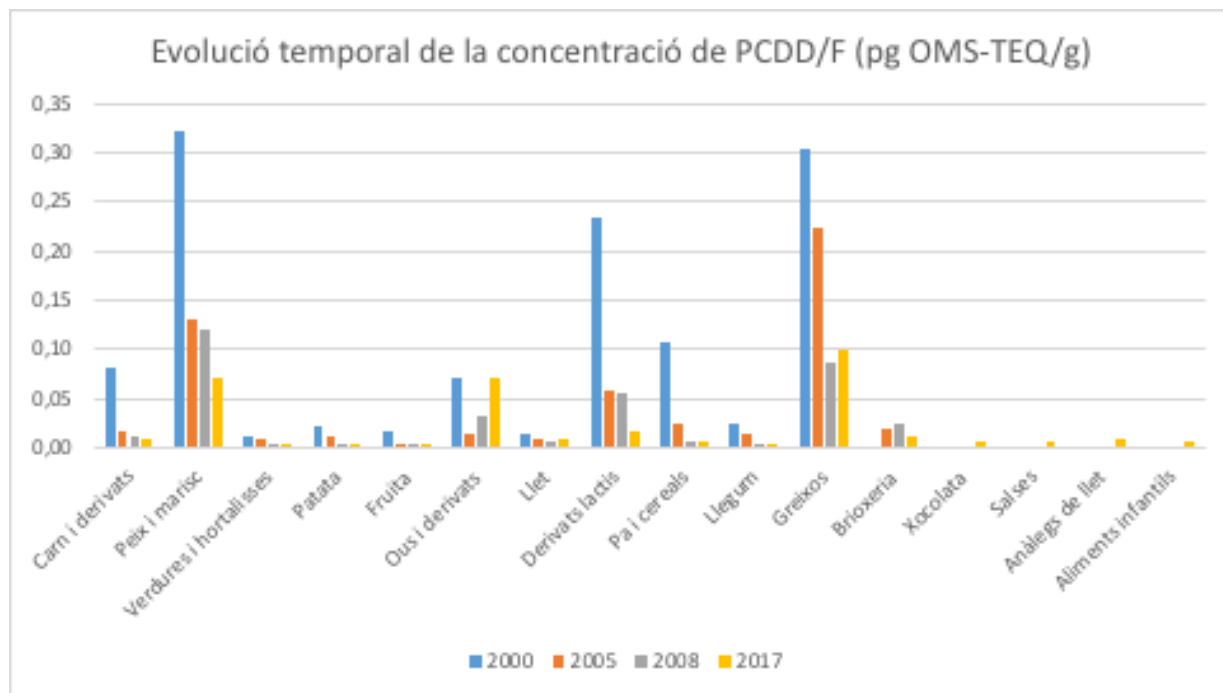


Figura 7. Evolució temporal de la concentració de PCDD/F per grup d'aliments

La figura 7 mostra la tendència a la baixa de la concentració dels PCDD/F en la majoria de grups d'aliments, excepte en el grup dels ous i els greixos. Aquests dos grups, conjuntament amb el peix i marisc també són els grups d'aliments que presenten una concentració més elevada de PCDD/F, entre 0,05 i 0,1 pg OMS-TEQ/g, molt per sobre de la resta de grups.

8.2. Contribució dels aliments a la ingesta

La ingesta per la població adulta s'ha estimat en 9,15 pg OMS-TEQ/dia. L'aportació més important és la dels greixos, amb 1,90 pg OMS-TEQ/dia, seguida de la del peix i marisc, amb 1,88 pg OMS-TEQ/dia i ous i derivats amb 1,19 pg OMS-TEQ/dia. A la taula 35 es recull l'aportació de cada grup d'aliments a la ingesta de PCDD/F.

Taula 35. Ingesta diària de PCDD/F per la població adulta (18-74 anys)

Aliments	Consum (g/dia)	Ingesta (pg OMS-TEQ/dia) ¹
Carn i derivats	83,4	0,58
Peix i marisc	34,5	1,88
Ous	17,2	1,19
Llet	141	0,98
Derivats lactis	46,8	0,55
Anàlegs de llet	15,5	0,11
Verdures	137	0,65
Fruita	115	0,41
Cereals	99	0,63
Llegums	6,04	0,02
Greixos	17,5	1,90
Brioixeria	19,2	0,20
Salses	5,73	0,03
Xocolata	0,92	0,005
Total	738	9,15

¹ La ingesta per a cada grup d'aliments s'ha calculat a partir del consum i la concentració de cada tipus d'aliment que el forma, no de les mitges de consum i concentració de cada grup.

8.3. Ingesta diària estimada per grups de població

A la taula 36 es mostra la ingesta diària estimada de PCDD/F per a cada grup de població. La població de 10 a 17 anys és la que presenta una ingesta més elevada de PCDD/F (11,8 pg OMS-TEQ/dia), seguida de la població de 3 a 9 anys (10,4 pg OMS-TEQ/dia). Per contra, els nadons de 6 a 11 mesos són els que presenten una ingesta més baixa (4,10 pg OMS-TEQ/dia). Però si es té en compte el pes corporal, el grup més exposat és el de 12-36 mesos (4,66 pg OMS-TEQ/kg/setmana).

Taula 36. Ingesta de PCDD/F pels diferents grups de població

Grups de població	Ingesta diària (pg OMS-TEQ/dia)	Ingesta setmanal (pg OMS-TEQ/kg/setmana)
6-11 mesos	3,88	3,23
12-36 mesos	8,18	4,66
3-9 anys	10,4	3,03
10-17 anys	11,8	1,62
18-39 anys	8,95	0,87
40-64 anys	9,34	0,85
65-74 anys	9,08	0,90
Embarassades	8,44	0,91

8.4. Avaluació del risc

El juny de 2018, el CONTAM Panel va establir una nova ingesta setmanal tolerable (TWI) de 2 pg OMS-TEQ/kg/setmana (EFSA, 2018). Aquest valor suposa una reducció important respecte al valor que s'havia establert només tres anys abans (EFSA, 2015) en 14 pg OMS-TEQ/kg/setmana.

A la figura 8 es presenten els valors d'ingesta setmanal en funció del pes corporal per als diferents grups de població. Els nadons de 12 a 36 mesos presenten el valor d'exposició més elevat (4,66 pg OMS-TEQ/kg/setmana) i els adults de 18 a 64 anys el valor més baix (0,85 pg OMS-TEQ/kg/setmana). Cal destacar que tots els grups de població infantil superen el nou llindar establert.

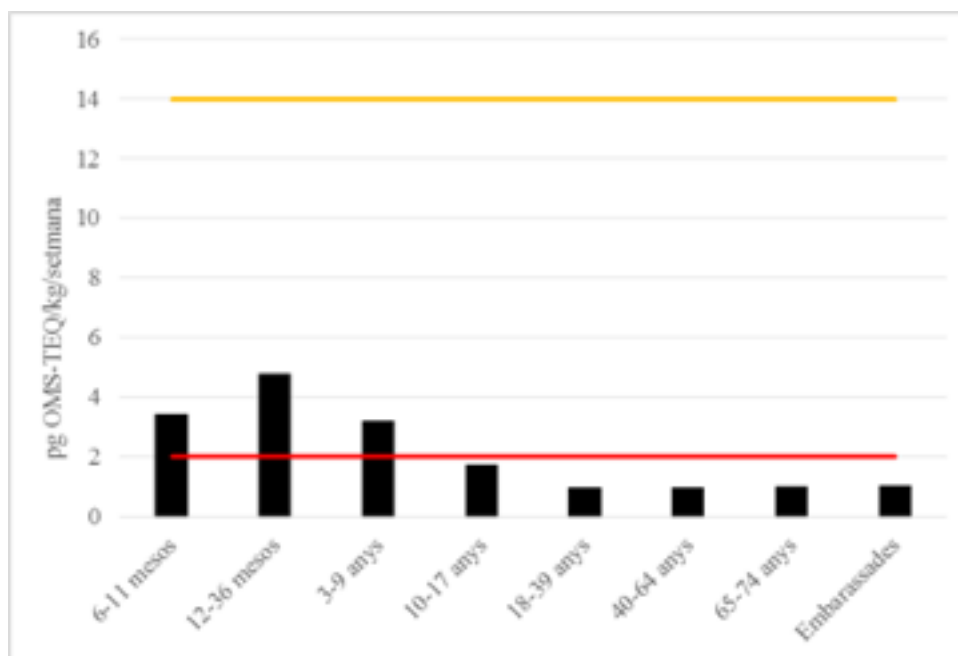


Figura 8. Ingesta diària estimada de PCDD/F per la població de Catalunya segons l'edat, i comparació respecte a la ingesta setmanal tolerable establerta per l'EFSA, els anys 2015 (taronja) i 2018 (vermell)

8.5. Evolució temporal de la ingesta

A la taula 37 es pot veure l'evolució temporal en la ingesta de PCDD/F per la població adulta de 18 a 74 anys. Es pot veure com hi ha hagut una reducció dràstica en la ingesta de PCDD/F des del primer estudi fet l'any 2000, ja que s'ha passat de 95,4 a 9,15 pg OMS-TEQ/dia. Tot i així, a partir de l'últim estudi, fet l'any 2008, es veu una estabilització en la ingesta de dioxines i furans tot i que es manté la tendència global a la baixa. De fet, hi ha hagut un augment en l'exposició a PCDD/F en olis i greixos (1,34 vs. 1,90 pg OMS-TEQ/dia) i en verdures, tubercles, llet i ous, compensat per un descens més gran en la ingesta de PCDD/F en peix i marisc (3,54 vs. 1,88 pg OMS-TEQ/dia), carn i derivats (1,27 vs. 0,58 pg OMS-TEQ/dia), pa i cereals (1,41 vs. 0,63 pg OMS-TEQ/dia) i derivats lactis (1,95 vs. 0,55 pg OMS-TEQ/dia). En la resta de grups no s'aprecien canvis significatius, però tots són també a la baixa.

Taula 37. Evolució temporal de la ingesta de PCDD/F en la població adulta de Catalunya

Grups alimentaris	Consum d'aliment (g/dia)			Ingesta de PCDD/F (pg OMS-TEQ/dia)			
	2000	2005 i 2008	2017	2000	2005	2008	2017
Carn i derivats	185	172	83,4	12,1	2,65	1,27	0,58
Peix i marisc	92	68	34,5	28,7	6,53	3,54	1,88
Ous	34	31	17,2	2,37	0,43	1,09	1,19
Llet	217	128	141	2,1	1,47	0,70	0,98
Derivats lactis	106	76	46,8	23,3	1,81	1,95	0,55
Anàlegs de llet	-	-	15,5	-	-	-	0,11
Verdures i tubercles	300	233	137	2,57	2,05	0,48	0,65
Fruites	239	194	115	2,2	0,65	0,47	0,41
Pa i cereals	206	224	99	13,76	6,33	1,41	0,63
Llegums	24	30	6,04	0,33	0,43	0,09	0,02
Olis i greixos	41	27	17,5	7,93	2,5	1,34	1,90
Brioixeria	-	45	19,2	-	0,85	0,3	0,20
Salses	-	-	5,73	-	-	-	0,03
Aliments infantils	-	-	-	-	-	-	-
Xocolata	-	-	0,92	-	-	-	0,005
TOTAL	1422	1228	738	95,4	25,7	12,6	9,15

8.6. Comparació amb altres estudis

A la taula 38 es resumeixen els resultats d'ingesta trobats en diferents països. Es pot veure que l'estimació d'ingesta d'aquest estudi és més baixa, però no s'allunya gaire de les estimacions d'ingesta trobades en països europeus.

Taula 38. Ingesta diària de PCDD/F en aliments. Resum de diferents estudis recents (2012-2018) fets en diversos països

País	pg OMS-TEQ/kg/dia	Autors
Catalunya	0,13	Estudi actual
UE	0,2 - 2,3	EFSA, 2018
França	0,192	Sirot, et al., 2012
Irlanda	0,3	Tlustos, et al., 2014
Alemanya	0,71	Schwarz, et al., 2014
Malàsia	0,983	Leong, et al., 2014
Regne Unit	0,52	Bramwell, et al., 2017
Xina	0,73	Shen, et al., 2017
Itàlia	0,28	Diletti, et al., 2018
València, Espanya	1,13	Quijano, et al., 2018

9 BIFENILS POLICLORATS (PCB)

9.1. Resultats

A les taules A4.1-A4.11 de l'annex 2 es presenten les concentracions (pg/g) dels 18 congèneres analitzats de DL-PCB i NDL-PCB, en els diferents tipus d'aliments estudiats. A la taula 10 s'agrupen els DL-PCB (pg OMS-TEQ/g) i els NDL-PCB (ng/g) de manera conjunta per a cadascun dels tipus d'aliments analitzats. L'aliment individual amb la concentració més elevada de DL-PCB és el seitó (1,48 pg OMS-TEQ/g), seguit del lluç (0,604 pg OMS-TEQ/g). Pel que fa als NDL-PCB, el seitó és l'aliment amb una concentració més alta (7,22 ng/g), seguit del llobarro (7,11 ng/g). En general, el grup de peix i marisc és el que presenta, amb gran diferència, una concentració mitjana més elevada de DL-PCB (0,37 pg OMS-TEQ/g) i de NDL-PCB (3,39 ng/g).

Taula 39. Concentració d'equivalents toxicològics (pg OMS-TEQ/g) associats a DL-PCB i concentració de NDL-PCB (ng/g)

Mostra	DL-PCBs (pg OMS - TEQ/g)	NDL - PCBs (ng/g)	Mostra	DL-PCBs (pg OMS - TEQ/g)	NDL - PCBs (ng/g)
Carn de vedella	0,008	0,069	Llobarro	0,597	7,107
Carn de porc	0,005	0,05	Musclo	0,265	2,004
Pollastre	0,001	0,047	Panga	0,014	0,047
Pernil dolç	0,001	0,049	Enciam	0,00	0,02
Frankfurt	0,007	0,15	Tomàquet	0,00	0,02
Pernil salat	0,004	0,078	Carbassó	0,00	0,05
Embotit gall dindi	0,002	0,038	Mongeta verda	0,00	0,02
Bacallà	0,041	0,386	Ceba	0,00	0,01
Orada	0,421	4,934	Porro	0,00	0,01
Tonyina	0,387	5,111	Pastanaga	0,00	0,01
Conserva de tonyina	0,024	0,245	Patata	0,00	0,00
Seitó	1,483	7,216	Poma	0,001	0,012
Emperador	0,424	2,922	Taronja	0,003	0,015
Salmó	0,498	5,191	Pera	0,002	0,012
Lluç	0,604	5,672	Plàtan	0,001	0,013
Rap	0,18	2,208	Mandarina	0,002	0,023
Llenguado	0,116	2,66	Ous de gallina	0,01	0,057
Sípia	0,031	1,39	Llet sencera	0,007	0,033
Calamar	0,501	3,802	Llet semidesnatada	0,003	0,021

Iogurt natural	0,008	0,061	Cigrons	0,001	0,025
Iogurt de sabors	0,008	0,051	Oli d'oliva	0,015	0,065
Flam i natilles	0,004	0,039	Oli de gira-sol	0,012	0,06
Formatge fresc	0,028	0,154	Pa de llet	0,004	0,064
Formatge (talls)	0,041	0,174	Galetes "Maria"	0,003	0,056
Formatge semicurat	0,047	0,254	Magdalenes	0,004	0,067
Llet de soja	0,001	0,004	Coc	0,003	0,072
Llet de civada	0,001	0,006	Galetes de xocolata	0,006	0,072
Pa blanc	0,001	0,057	Croissant	0,007	0,009
Pa de motlle	0,002	0,054	Salsa de tomàquet	0,001	0,019
Arròs	0,002	0,011	Llet de continuació	0,001	0,027
Cereals d'esmorzar	0,001	0,033	Farinetes de cereals	0,002	0,023
Cacau	0,001	0,046	Potet de pollastre	0,001	0,015
Pasta alimentària	0,002	0,011	Potet de fruita	0,001	0,01
Llenties	0,003	0,031	Potet de vedella	0,002	0,017
			Potet de peix	0,012	0,125

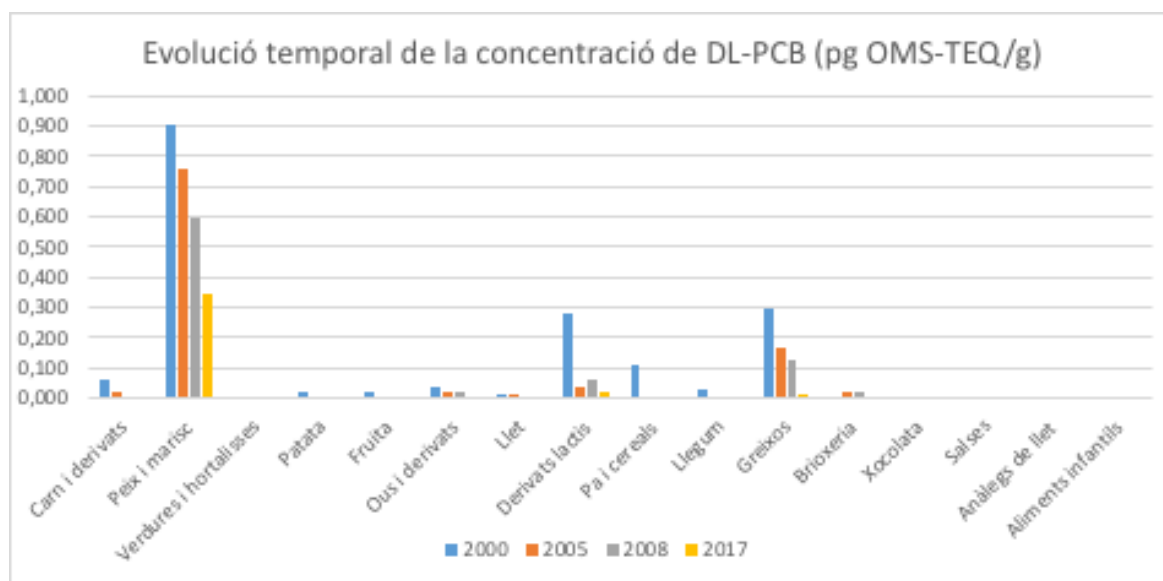


Figura 9. Evulsi3 temporal de la concentraci3 de DL-PCB per grup d'aliments

La figura 9 mostra la tendència a la baixa de la concentraci3 dels DL-PCB en tots els grups d'aliments. En l'estudi actual, el grup de peix i marisc presenta la concentraci3 de DL-PCB més elevada amb molta diferència, unes 20 vegades més que el grup següent (Derivats lactis) i unes 100 vegades més que la resta de grups.

9.2. Contribució dels aliments a la ingesta

A la taula 40 es mostra la contribució de cada grup d'aliments a la ingesta de PCB. La ingesta d'una persona adulta s'ha estimat en 16,3 pg OMS-TEQ/dia en el cas dels DL-PCB i de 153 ng/dia en el cas dels NDL-PCB. El grup d'aliments que contribueix més a la ingesta total de PCB és el peix i marisc (147 ng/dia).

Taula 40. Contribució de cada grup d'aliments a la ingesta de PCB

Grups d'aliments	Consum (g/dia)	Ingesta DL-PCB (pg OMS-TEQ/dia)	Ingesta DL-PCB (ng/dia)	Ingesta NDL-PCB (ng/dia)	Total PCB (ng/dia)
Carn i derivats	83,4	0,34	0,69	4,85	5,54
Peix i marisc	34,5	13,7	16,5	130	147
Ous	17,2	0,16	0,27	0,97	1,24
Llet	141	0,66	0,59	3,64	4,23
Derivats lactis	46,8	0,55	0,59	3,53	4,12
Anàlegs de llet	15,5	0,02	0,01	0,06	0,07
Verdures i tubercles	137	0,13	0,09	2,41	2,49
Fruites	115	0,19	0,04	1,59	1,63
Cereals	99	0,16	0,13	3,14	3,27
Llegums	6,04	0,01	0,003	0,17	0,17
Olis i greixos	17,5	0,26	0,22	1,13	1,35
Brioixeria	19,2	0,07	0,14	1,03	1,17
Salses	5,73	0,007	0,004	0,11	0,11
Xocolata	0,92	0,001	0,005	0,04	0,05
TOTAL	738	16,3	19,3	153	172

Tant per la ingesta de DL-PCB com per la de NDL-PCB, el peix i marisc representa el 85% de l'aportació dietètica, i per tant és el contribuent més important.

9.3. Ingesta diària estimada per grups de població

A la taula 41 es mostra la ingesta diària estimada de PCB pels grups de població estudiats. Els adolescents de 10 a 17 anys són els que tenen una ingesta més elevada d'aquests contaminants (225 ng/dia).

Taula 41. Ingesta diària estimada de PCB pels diferents grups de població

Grups de població	Ingesta diària DL PCB (pg OMS-TEQ/dia)	Ingesta diària DL-PCB (ng/dia)	Ingesta diària NDL-PCB (ng/dia)	Total ingesta diària PCB (ng/dia)
6-11 mesos	6,86	7,47	67	74
12-36 mesos	18,8	21,3	176	197
3-9 anys	21,2	24,2	192	217
10-17 anys	21,2	25	200	225
18-39 anys	14,9	18,4	143	161
40-64 anys	16,8	19,5	155	175
65-74 anys	18,5	21,7	173	195
Embarassades	13,6	16,6	132	148

9.4. Avaluació del risc

A la taula 42 es presenta la ingesta diària estimada en funció del pes corporal per a cada grup de població. Per a una persona adulta de 70 kg, la ingesta de DL-PCB és de 1,63 pg OMS-TEQ/kg/setmana, valor molt proper al llindar establert per l'EFSA de 2 pg OMS TEQ/kg/setmana. A la figura 10 es mostra com l'exposició en tota la població infantil i adolescent supera àmpliament aquest valor. Cap grup de població adult el supera, tot i que la població de 65 a 74 anys hi està molt a prop (1,84 pg OMS-TEQ/kg/setmana).

Taula 42. Ingesta estimada per kg de pes corporal de PCB per grups de població

Grups de població	Ingesta setmanal DL-PCB (pg OMS-TEQ/kg/setmana)	Ingesta diària NDL PCB (ng/kg/dia)	Total ingesta diària PCB (ng/kg/dia)
6-11 mesos	5,74	7,97	8,86
12-36 mesos	10,7	14,3	16
3-9 anys	6,16	8,01	9,02
10-17 anys	2,94	3,92	4,42
18-39 anys	1,47	1,99	2,24
40-64 anys	1,54	2,02	2,27
65-74 anys	1,82	2,46	2,76
Embarassades	1,47	2,02	2,28

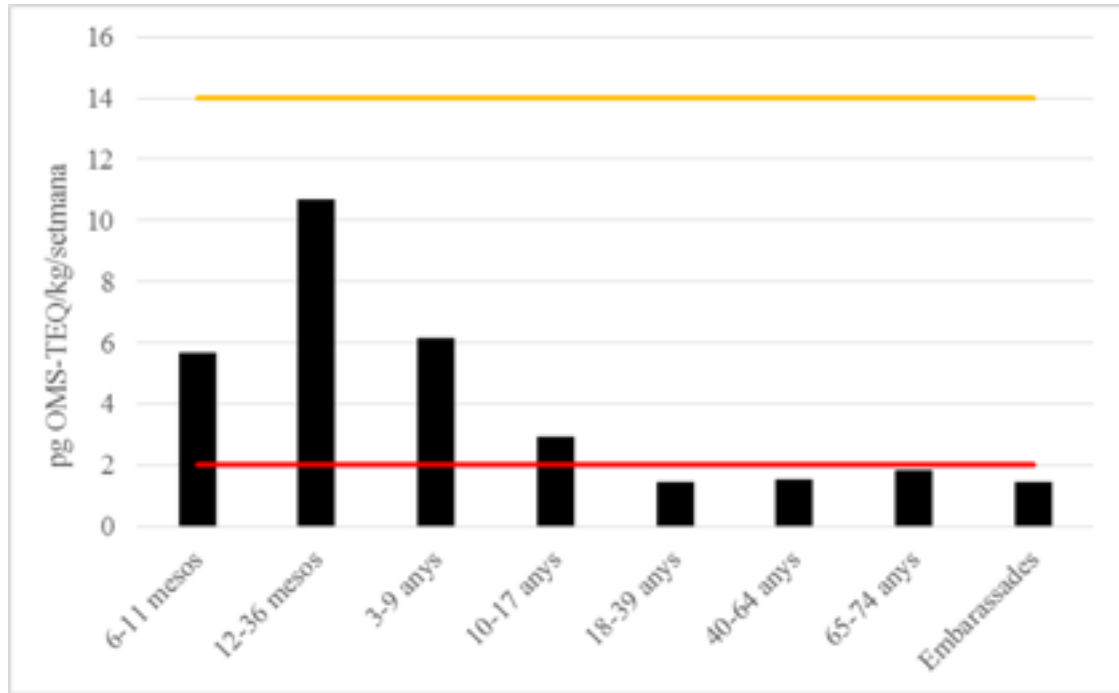


Figura 10. Integsta setmanal de DL-PCB per grups de població i comparació respecte a la integsta setmanal tolerable establerta per l'EFSA, els anys 2015 (taronja) i 2018 (vermell)

Pel que fa als NDL-PCB, el valor d'ingesta estimat per a una persona adulta és de 2,18 ng/kg/dia, molt per sota del que es considera el rang habitual (20 45 ng/kg/dia). El grup de 12 a 36 mesos és el que més s'apropa al límit inferior d'aquest rang (14,3 ng/kg/dia). Cal destacar que la resta dels grups estan molt per sota del rang habitual en el cas dels NDL-PCB.

9.5. Evolució temporal

A la taula 43 es mostra l'evolució de la integsta de DL-PCB en la població adulta de Catalunya. Es pot observar una reducció molt notable des del primer estudi fet l'any 2000. Si es compara amb l'últim estudi (2008), es pot veure que la tendència a reduir la integsta de PCB continua. Hi ha hagut una disminució generalitzada de la integsta de DL-PCB en tots els grups d'aliments. Les més notables són les del peix i marisc (15,2 vs. 13,7 pg OMS-TEQ/dia), pa i cereals (1,30 vs. 0,16 pg OMS-TEQ/dia), derivats lactis (2,30 vs. 0,55 pg OMS-TEQ/dia), olis i greixos (2,46 vs. 0,26 pg OMS-TEQ/dia) i brioixeria (1,05 vs. 0,07 pg OMS-TEQ/dia).

Taula 43. Evolució temporal de la ingesta de DL-PCB en la població adulta de Catalunya

Grups alimentaris	Consum d'aliment g/dia			Ingesta de DL-PCB pg OMS-TEQ/dia			
	2000	2005 i 2008	2017	2000	2005	2008	2017
Carn i derivats	185	172	83,4	8,85	2,24	0,84	0,34
Peix i marisc	92	68	34,5	82,9	38,8	15,2	13,7
Ous	34	31	17,2	0,84	0,55	0,48	0,16
Llet	217	128	141	1,78	1,72	0,72	0,66
Derivats lactis	106	76	46,8	29,4	1,24	2,30	0,55
Anàlegs de llet	-	-	15,5	-	-	-	0,02
Verdures i tubercles	300	233	137	1,90	1,15	0,79	0,13
Fruïtes	239	194	115	2,10	0,79	0,68	0,19
Pa i cereals	206	224	99	11,4	2,27	1,30	0,16
Llegums	24	30	6,04	0,37	0,22	0,10	0,01
Olis i greixos	41	27	17,5	10,7	2,48	2,46	0,26
Brioixeria	-	45	19,2	-	0,98	1,05	0,07
Salses	-	-	5,73	-	-	-	0,007
Aliments infantils	-	-	-	-	-	-	-
Xocolata	-	-	0,92	-	-	-	0,001
TOTAL	1422	1228	738	150	52,4	26	16,3

9.6. Altres estudis

A la taula 44 es recullen les dades d'ingesta estimades per a altres països. Es pot veure com la ingesta estimada en aquest estudi és molt semblant a les ingestes trobades en altres indrets, tot i que continua estant a la part baixa del rang.

Taula 44. Ingesta diària de PCB en aliments. Resum de diferents estudis recents (2012-2018) fets en diversos països

País	Ingesta de DL-PCB pg OMS-TEQ/kg/dia	Ingesta de NDL-PCB ng/kg/dia	Autors
Catalunya	0,23	2,18	Estudi actual
UE	0,2 - 1,3	-	EFSA, 2018
Corea	0,49	-	Shin, et al., 2016
Àustria	-	2,64 - 3,19	Mihats, et al., 2015
Malàsia	0,68	-	Leong, et al., 2014
Bèlgica	-	5,33	Cimenci, et al., 2013
Àustria	0,30 - 0,39	-	Rauscher-Gabering, et al., 2013
França	0,38	2,78	Sirof, et al., 2012

10 SUBSTÀNCIES AMB EFECTE DIOXÍNIC. PCDD/F i DL-PCB

Per tal de poder fer una avaluació de riscos adequada s'han de valorar conjuntament els PCDD/F i els DL-PCB, ja que tenen el mateix mecanisme d'acció i l'EFSA ha establert uns nivells de seguretat conjunts.

10.1. Resultats

A la taula 45 es poden veure les concentracions mitjanes per a cada grup d'aliments. Es pot observar que el peix i marisc és el grup d'aliments amb una concentració més elevada de PCDD/F + DL-PCB (0,443 pg OMS-TEQ/g).

Taula 45 . Mitjanes de les concentracions de PCDD/F, DL-PCB i PCDD/F + DL-PCB per a cada grup d'aliments (pg OMS-TEQ/g)

Grups d'aliments	PCDD/F	DL-PCB	PCDD/F + DL-PCB
Carn i derivats	0,008	0,004	0,012
Peix i marisc	0,071	0,372	0,443
Ous	0,069	0,010	0,079
Llet	0,007	0,005	0,012
Derivats lactis	0,022	0,023	0,045
Anàlegs de llet	0,008	0,001	0,009
Verdures i tubercles	0,005	0,002	0,007
Fruïtes	0,004	0,002	0,006
Pa i cereals	0,006	0,002	0,008
Llegums	0,004	0,002	0,006
Olis i greixos	0,095	0,014	0,109
Brioixeria	0,010	0,004	0,014
Salses	0,005	0,001	0,006
Aliments infantils	0,005	0,003	0,008
Xocolata	0,005	0,001	0,006

10.2. Contribució dels aliments a la ingesta

A la taula 46 es recullen les contribucions de cada grup d'aliments a la ingesta de PCDD/F, DL-PCB i PCDD/F + DL-PCB. La ingesta estimada per la població adulta de Catalunya és de 25,4 pg OMS-TEQ/dia. Un 64% de la ingesta prové dels DL-PCB i d'aquests, un 85% ve del grup de peix i marisc.

Taula 46. Contribució de cada grup d'aliments a la ingesta de PCDD/F, DL-PCB i PCDD/F + DL PCB (en pg OMS-TEQ/dia)

Grups d'aliments	PCDD/F	DL-PCB	PCDD/F + DL-PCB
Carn i derivats	0,58	0,34	0,92
Peix i marisc	1,88	13,7	15,6
Ous	1,19	0,16	1,35
Llet	0,98	0,66	1,64
Derivats lactis	0,55	0,55	1,10
Anàlegs de llet	0,11	0,02	0,13
Verdures i tubercles	0,65	0,13	0,78
Fruïtes	0,41	0,19	0,60
Pa i cereals	0,63	0,16	0,79
Llegums	0,02	0,01	0,03
Olis i greixos	1,90	0,26	2,16
Brioixeria	0,20	0,07	0,27
Salses	0,03	0,007	0,04
Aliments infantils	-	-	-
Xocolata	0,004	0,001	0,005
Total	9,15	16,3	25,4

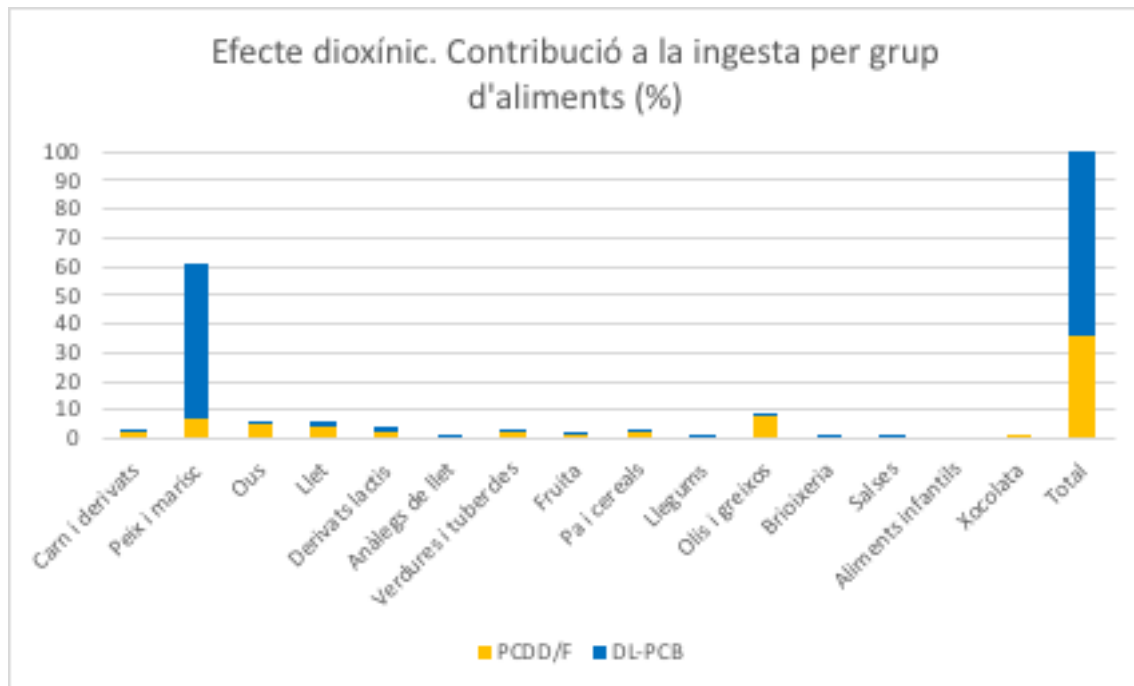


Figura 11. Efecte dioxínic. Contribució a la ingesta per grups d'aliments i tipus de substància

La figura 11 mostra que el grup de peix i marisc està associat a més del 60% de la ingesta de substàncies amb efecte dioxínic i que és el grup que aporta la ingesta majoritària de DL-PCB, mentre que les PCDD/F estan més distribuïdes pels diferents grups d'aliments.

10.3. Ingesta diària estimada per grups de població

A la taula 47 es mostren les ingestes estimades per grups de població. Els adolescents de 10 a 17 anys són els que presenten una ingesta més elevada de PCDD/F + DL-PCB (33,0 pg OMS-TEQ/dia). Les dioxines i furans, de mitjana, contribueixen en un 35% a la ingesta total de PCDD/F + DL-PCB (figura 12).

Taula 47. Ingesta diària estimada per a cada grup de població estudiat (en pg OMS-TEQ/dia)

Grups de població	Ingesta PCDD-D/F	Ingesta DL-PCB	Ingesta PCDD/F + DL-PCB
6-11 mesos	3,88	6,86	10,74
12-36 mesos	8,18	18,8	26,98
3-9 anys	10,4	21,2	31,6
10-17 anys	11,8	21,2	33,0
18-39 anys	8,95	14,9	23,85
40-64 anys	9,34	16,8	25,42
65-74 anys	9,08	18,5	27,85
Embarassades	8,44	13,6	22,04

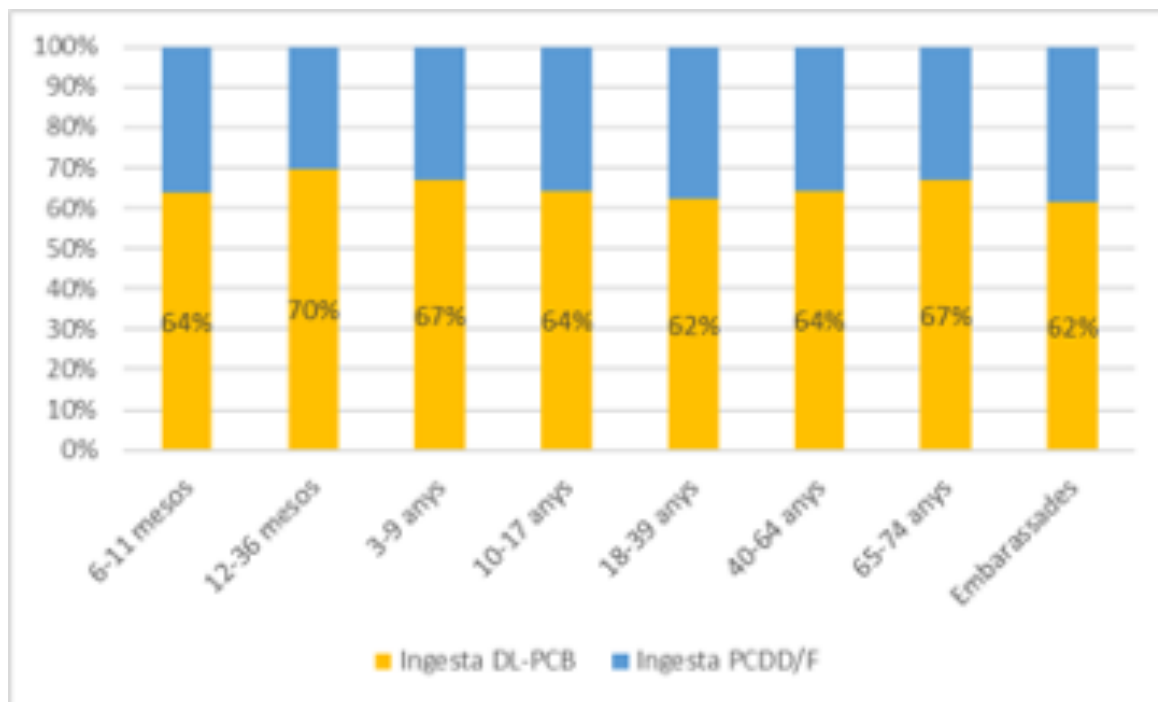


Figura 12. Contribució percentual de PCDD/F i DL-PCB a la ingesta

10.4. Avaluació del risc

A la taula 48 es pot observar la ingesta diària, separada i conjunta, dels dos grups de contaminants. Per a una persona adulta, la ingesta dietètica conjunta s'ha estimat en 2,54 pg OMS-TEQ/kg/setmana, valor que supera el límit de 2 pg OMS-TEQ/kg/setmana.

Com es pot veure en la figura 13, tots els grups presenten un valor d'exposició superior al nivell de seguretat, tot i que els grups d'adults superen aquest lílndar amb per un marge molt petit. Per al grup de 12 a 36 mesos s'ha estimat una ingesta gairebé vuit vegades superior al TWI (15,4 pg OMS-TEQ/kg/setmana) i seria l'únic grup en situació de risc si no s'haguessin modificat els valors establerts el 2015.

Taula 48. Ingesta estimada per grups de població en funció del pes corporal (en pg OMS-TEQ/kg/dia)

Grups de població	Ingesta PCDD/F	Ingesta DL-PCB	Ingesta PCDD/F + DL-PCB	
	Diària	Diària	Diària	Setmanal
6-11 mesos	0,46	0,82	1,28	8,96
12-36 mesos	0,67	1,53	2,20	15,4
3-9 anys	0,43	0,88	1,31	9,17
10-17 anys	0,23	0,42	0,65	4,55
18-39 anys	0,12	0,21	0,33	2,31
40-64 anys	0,12	0,22	0,34	2,38
65-74 anys	0,13	0,26	0,39	2,73
Embarassades	0,13	0,21	0,34	2,38

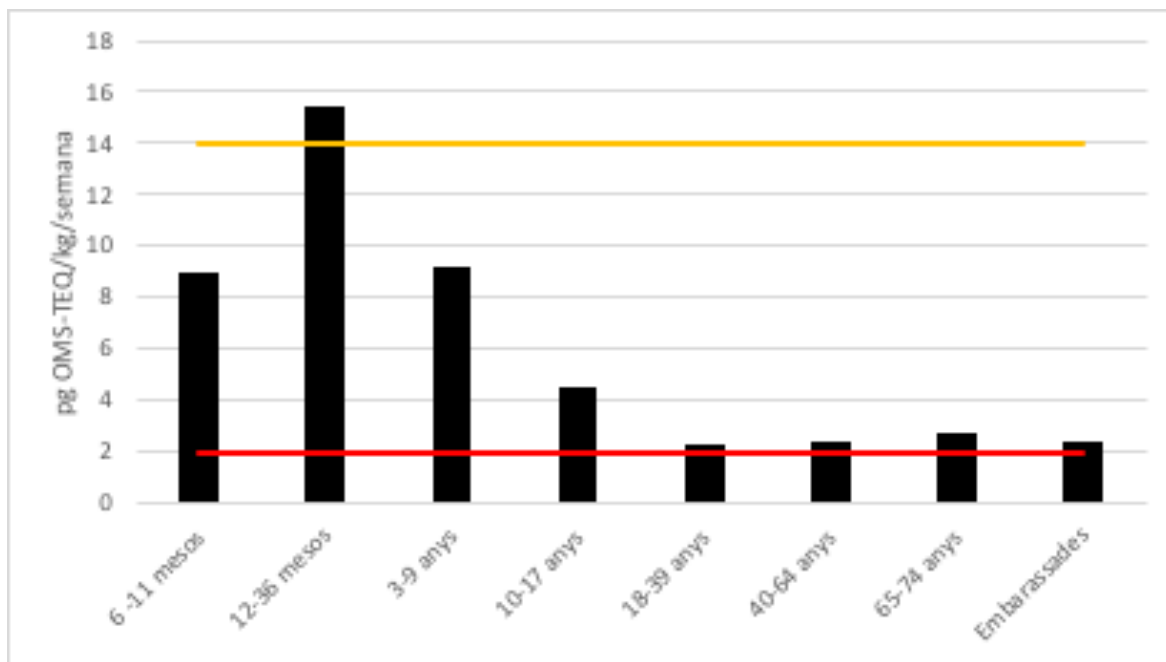


Figura 13. Ingesta setmanal estimada de PCDD/F + DL-PCB i comparació respecte a la ingesta setmanal tolerable establerta per l'EFSA, els anys 2015 (taronja) i 2018 (vermell)

10.5. Evolució temporal

La ingesta conjunta de PCDD/F i DL-PCB s'ha reduït més d'un 34% si es compara amb l'estudi anterior de l'any 2008. Es veu un augment de la ingesta de PCDD/F + DL-PCB en el grup de la llet (1,42 vs. 1,64 pg OMS-TEQ/dia), però en la resta de grups s'observa una reducció important. Al llarg de tots els estudis es pot observar com la ingesta s'ha anat reduint continuadament (taula 49 i figura 14).

Taula 49. Evolució de la ingesta de PCDD/F + DL-PCB (2000-2018)

Grups d'aliments	Consum d'aliment g/dia			Ingesta de PCDD/F + DL-PCB pg OMS-TEQ/dia			
	2000	2005 i 2008	2017	2000	2005	2008	2017
Carn i derivats	185	172	83,4	20,94	4,86	2,11	0,92
Peix i marisc	92	68	34,5	112	45,3	18,7	15,6
Ous	34	31	17,2	3,22	0,99	1,57	1,35
Llet	217	128	141	3,88	3,19	1,42	1,64
Derivats lactis	106	76	46,8	52,7	3,05	4,25	1,10
Anàlegs de llet	-	-	15,5	-	-	-	0,13
Verdures i tubercles	300	233	137	4,47	3,20	1,27	0,78

Fruïtes	239	194	115	4,30	1,44	1,15	0,60
Pa i cereals	206	224	99	25,1	8,60	2,71	0,79
Llegums	24	30	6,04	0,70	0,65	0,19	0,03
Olis i greixos	41	27	17,5	18,6	4,98	3,80	2,16
Brioixeria	-	45	19,2	-	1,82	1,35	0,27
Salses	-	-	5,73	-	-	-	0,04
Aliments infantils	-	-	-	-	-	-	-
Xocolata	-	-	0,92	-	-	-	0,005
TOTAL	1422	1228	738	246	78,1	38,5	25,4

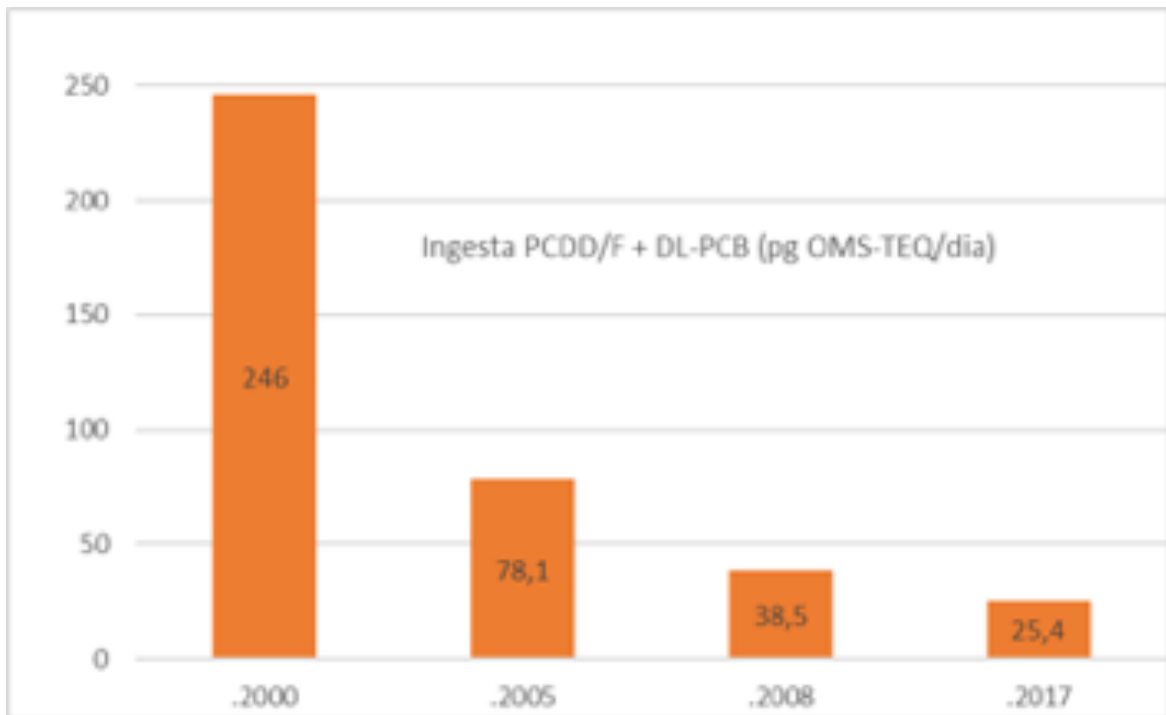


Figura 14. Evolució de la ingesta de PCDD/Fs + DL-PCBs (2000-2017)

10.6. Altres estudis

A la taula 50 es recullen dades d'ingesta estimada en altres països. La ingesta estimada per a Catalunya en aquest estudi està molt a prop de les ingestes estimades en altres països de l'entorn europeu.

Taula 50. Ingesta diària de PCDD/F + DL-PCB en aliments. Resum de diferents estudis recents (2012-2018) fets en diversos països

País	Ingesta PCDD/F + DL-PCB pg OMS-TEQ/kg/dia	Autors
Catalunya	0,36	Aquest estudi
UE	0,4-2,6	EFSA. 2018
Xina	0,73	Shen, et al., 2017
Xina	0,67	Zhang, et al., 2015
Àustria	0,40-0,75	Rauscher-Gabernig, et al., 2013
Malàisia	0,99	Leong, et al., 2013
Hong Kong	0,73	Wong, et al., 2013
França	0,57	Sirot, et al., 2012

11 Conclusions

En termes generals, les concentracions dels elements estudiats en mostres d'aliments recollides durant l'any 2017 a Catalunya han estat inferiors a les dels estudis anteriors; s'aprecia una davallada important en la ingesta dietètica de la majoria de metalls per part de la població catalana. Així mateix, les ingestes de PCDD/F i PCB han estat més baixes que les estimades en els estudis anteriors. Tot i que l'ús de noves dades de consum, a partir de les enquestes ENALIA i ENALIA4, pot haver influït en aquesta davallada, es constata que la concentració de PCDD/F i PCB en els aliments tendeix, en general, a disminuir. Si observem en detall cadascun dels contaminants analitzats, es pot concloure el següent:

• Arsènic

El grup de peix i marisc presenta els nivells més elevats d'As total (3,59 µg/g), però majoritàriament és orgànic. El grup de pa i cereals és el segon grup en contingut d'As total (0,047 µg/g). La ingesta diària d'arsènic total en la població adulta s'estima en 98,16 µg/dia, que representa una disminució de més del 50% respecte els estudis anteriors.

• Arsènic inorgànic

Des de l'estudi de 2012, s'ha determinat experimentalment el contingut d'As inorgànic. El pa i els cereal són el grup que més aporten a la ingesta d'As inorgànic, tot i que se n'ha detectat traces a la major part d'aliments, essent l'arròs l'aliment amb una concentració més elevada (0,108 µg/g de pes fresc). La ingesta d'As inorgànic per a un home adult és de 2,58 µg/dia. Els valors d'ingesta calculats per a diversos grups de població catalana es troben per sota del nivell de seguretat toxicològica establert (0,3 - 8 µg/kg/dia), però els marges d'exposició que se'n deriven són petits i no permeten descartar completament cert risc per a la salut.

• Cadmi

La ingesta per a un home adult s'ha estimat en 6,13 µg/dia, dada que segueix la tendència a la baixa respecte els estudis anteriors. El grup de població infantil de 12 a 36 mesos d'edat ha presentat una ingesta mitjana diària per sobre del valor del nivell de seguretat toxicològica, establert per l'EFSA en 2,5 µg/kg/

setmana. A més, els grups de població infantil de 6 a 11 i de 3 a 9 anys també presenten uns nivells d'ingesta molt propers a aquest llindar (2,49 i 2,42 µg/kg/setmana, respectivament). En aquests grups, la patata i el calamar són els aliments amb més incidència en la ingesta de cadmi.

● Mercuri

S'ha detectat mercuri bàsicament en el grup de peix i marisc. S'ha estimat que la ingesta dietètica per a un home adult és de 6,38 µg/dia. En tots els grups de població la ingesta estimada està clarament per sota del nivell de seguretat toxicològica establert per l'EFSA de 4 µg/kg/setmana per al mercuri inorgànic.

● Metilmercuri

Anàlogament a l'arsènic, en aquest estudi també s'ha dut a terme una especiació del mercuri. L'emperador és l'aliment individual amb una concentració més elevada d'aquest contaminant (0,781 µg/g de pes fresc). Es considera pertinent continuar amb el seguiment individualitzat del metilmercuri per la seva importància toxicològica i perquè algun grup de població infantil en supera el límit establert en 1,3 µg/kg/setmana. Val a dir que aquests càlculs s'han fet a partir dels consum mitjans detectats en les enquestes, i que seguint les recomanacions de consum de peix, de 2-3 racions d'espècies variades a la setmana i la exclusió o limitació de grans peixos predadors en la dieta dels grups de menys edat, la ingesta de MeHg es redueix per sota del valor de seguretat.

● Plom

S'ha estimat que la ingesta dietètica per a un home adult és de 2,62 µg/dia, dada que segueix una marcada tendència a la baixa. Les ingestes calculades per a tots els grups de població estan per sota dels valors de seguretat, tot i que els marges d'exposició podrien ser, en algun cas, insuficients per descartar completament efectes sobre la salut.

• Dioxines i furans (PCDD/F)

La concentració dels PCDD/F mostra una tendència a la baixa, respecte als estudis anteriors, en la majoria de grups d'aliments, excepte en el grup dels ous i els greixos. Aquests dos grups, conjuntament amb el peix i marisc també són els grups d'aliments que presenten una concentració més elevada de PCDD/F, entre 0,05 i 0,1 pg OMS-TEQ/g. La ingesta per la població adulta s'ha estimat en 9,15 pg OMS TEQ/dia. Si es tenen en compte els grups de població, els adolescents de 10 a 17 anys són els que tenen la ingesta més elevada (11,8 pg OMS-TEQ/dia). Però, la població de 12 a 36 mesos és la més exposada si es té en compte el pes corporal (4,66 pg OMS-TEQ/kg/setmana).

• Bifenils policlorats (PCB)

La concentració de PCB mostra una tendència a la baixa en tots els grups d'aliments. Respecte als DL-PCB, la ingesta en la població adulta s'ha estimat en 16,3 pg OMS-TEQ/dia, sent el peix i marisc el grup d'aliments que més hi contribueix (85%). Pel que fa als NDL PCB, la ingesta s'ha estimat en 153 ng/dia, sent el peix i marisc el grup d'aliments que més hi contribueix (85%). La ingesta de NDL-PCB està, en tots els grups de població, molt per sota del valor de seguretat establert.

• PCDD/F i DL-PCB

El grup peix i marisc aporta el 61% de la ingesta de PCDD/F i DL-PCB. La ingesta per la població adulta, que s'ha reduït un 34% des del 2008, és de 2,4 pg OMS TEQ/kg/setmana, de la que un 64% està associada als DL-PCB i el 36% restant a les PCDD/F. El grup amb una exposició més alta és el de 12 a 36 mesos (15,4 pg OMS-TEQ/kg/setmana), i tot i que tots els grups de població superen el nou límit establert per l'EFSA de 2 pg OMS-TEQ/kg/setmana, cal considerar que el conjunt de la població adulta ho fa per un marge molt estret, i podrien estar per sota atesa la incertesa de les estimacions i les revisions dels factors de toxicitat suggerides per EFSA. En tot cas, la disminució continuada en quasi dues dècades demostra l'eficàcia de les mesures ambientals adoptades.

12 Bibliografia

ACSA (2012). Contaminants químics. Estudi de dieta total a Catalunya, 2012. Disponible a: [Enllaç a l'enquesta ENALIA de la web d'AESAN](#) [Consulta: 31 juliol 2017]

Agencia Española de Consumo, Seguridad Alimentaria y Nutrición. ENALIA (2016) Encuesta ENALIA. Encuesta Nacional de Alimentación en la población Infantil y Adolescente. Disponible a: [Enllaç a l'enquesta ENALIA de la web d'AESAN](#) [Consulta: 31 juliol 2017]

Agencia Española de Consumo, Seguridad Alimentaria y Nutrición. ENALIA (2016) Encuesta ENALIA 2. Encuesta Nacional de Alimentación en población adulta, mayores y embarazadas. Disponible a: [Enllaç a l'enquesta ENALIA2 de la web d'AESAN](#) [Consulta: 31 juliol 2017]

Al-Rmalli SW, Jenkins RO, Haris PI (2012) Dietary intake of cadmium from Bangladeshi foods. *Journal of Food Science* 77(1): 26-33.

Amzal B, Julin B, Vahter M, Wolk A, Johanson G, Akesson A (2009) [Population toxicokinetic modeling of cadmium for health risk assessment](#). *Environmental Health Perspectives* 117: 1293-1301.

Arnich N, Sirot V, Riviere G, Jean J, Noel L, Guerin Y, Leblanc JC (2012) Dietary exposure to trace elements and health risk assessment in the 2nd French Total Diet Study. *Food and Chemical Toxicology* 50: 2432-49.

Bailey K, Xia Y, Ward WO, Knapp G, Mo J, Mumford JL, Owen RD, Thai SF (2009) Global gene expression profiling of hyperkeratotic skin lesions from inner Mongolians chronically exposed to arsenic. *Toxicologic Pathology* 37: 849-859.

Bailey KA, Wallace K, Smeester L, Thai SF, Wolf DC, Edwards SW, Fry RC (2012) Transcriptional Modulation of the ERK1/2 MAPK and NF-κB Pathways in Human urothelial cells after trivalent arsenical exposure: implications for urinary bladder cancer. *Journal of Cancer Research Updates* 1: 57-68.

[Bjermo H, Sand S, Nälsén C, Lundh T, Enghardt Barbieri H, Pearson M, Lindroos AK, Jönsson BA, Barregård L, Darnerud PO](#) (2013) Lead, mercury, and cadmium in blood and their relation to diet among Swedish adults. *Food and Chemical Toxicology* 57: 161-169.

Bloom NS (1992) On the methylmercury content of fish tissue. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 49: 1010-1017.

Bramwell L, Mortimer D, Rose M, Fernandes A, Harrad S, Pless-Mulloli T. UK dietary exposure to PCDD/Fs, PCBs, PBDD/Fs, PBBs and PBDEs: comparison of results from 24-h duplicate diets and total diet studies. *Food Addit Contam Part A Chem Anal Control Expo Risk Assess* 2017;34(1):65-77.

Capdevila F, Llop D, Guillén N, Luque V, Pérez S, Sellés V, Fernández-Ballart J, Martí-Henneberg C (2003) Consumo, hábitos alimentarios y estado nutricional de la población de Reus: evolución de la ingestión alimentaria y de la contribución de los macronutrientes al aporte energético (1983-1999), según edad y sexo. *Medicina Clínica* 121: 126-131.

Carrascosa A, Fernández JM, Fernández A, López-Siguero JP, López D, Sánchez E, et al [Internet]. Madrid: SEEP. Estudios españoles de crecimiento 2010; [aprox. 46 p.] Disponible a: [Enllaç al document](#)

Chen MY, Chan BT, Lam CH, Chung SW, Ho YY, Xiao Y (2014) Dietary exposures to eight metallic contaminants of the Hong Kong adult population from a total diet study. *Food Additives & Contaminants Part A, chemistry, Analysis, control, exposure & risk assessment* 31: 1539-49.

[Cheng Z](#), [Wang HS](#), [Du J](#), [Sthiannopkao S](#), [Xing GH](#), [Kim KW](#), [Yasin MS](#), [Hashim JH](#), [Wong MH](#) (2013) Dietary exposure and risk assessment of mercury via total diet study in Cambodia. *Chemosphere* 92: 143-149.

Cimenci O, Vendevijvere S, Gosciny S, Van Den Bergh MA, Hanot V, Vinkx C, et al. Dietary exposure of the Belgian adult population to non-dioxin-like PCBs. *Food Chem Toxicol* 2013;59:670-679.

Cubadda F, D'Amato M, Aureli F, Raggi A, Mantovani A (2016) Dietary exposure of the Italian population to inorganic arsenic: The 2012-2014 Total Diet Study. *Food and Chemical Toxicology* 98: 148-158.

De Boer WJ, Voet van der H, Bokkers BGH, Bakker MI, Boon PE (2009) Comparison of two models for the estimation of usual intake addressing zero consumption and non-normality. *Food Additives and Contaminants. Part A*, 26: 1433-1449.

De Boer WJ, Voet van der H (2011) MCRA 7 a web-based program for Monte Carlo Risk Assessment. Reference Manual documenting MCRA Release 7.1 Disponible a: [Link a la web del RIVM](#) . [Consulta: 20 desembre 2013)

Departament de Sanitat i Seguretat Social (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. Generalitat de Catalunya, Barcelona, Spain.

Diletti G, Scortichini G, Abete MC, Binato G, Candeloro L, Ceci R, et al. Intake estimates of dioxins and dioxin-like polychlorobiphenyls in the Italian general

population from the 2013-2016 results of official monitoring plans in food. *Sci Total Environ* 2018;627:11-9

Domingo JL, Perelló G, Giné Bordonaba J (2012) Dietary intake of metals by the population of Tarragona County (Catalonia, Spain): results from a duplicate diet study. *Biological Trace Element Research* 146: 420-425.

[Driscoll CT](#), [Mason RP](#), [Chan HM](#), [Jacob DJ](#), [Pirrone N](#) (2013) Mercury as a global pollutant: sources, pathways, and effects. *Environmental Science & Technology* 47: 4967-4983.

EFSA (2006) EFSA European Food Safety Agency. *EFSA Journal*. 328: 1-4.

EFSA (2006) Guidance of the Scientific Committee on a request from EFSA related to Uncertainties in Dietary Exposure Assessment. *EFSA Journal*. 438: 1-54.

EFSA (2009) Panel on Contaminants in the Food Chain (CONTAM) Scientific Opinion on Arsenic in Food. *EFSA Journal* 7: 1351.

EFSA (2009) Panel on Contaminants in the Food Chain (CONTAM); Scientific Opinion on Cadmium in Food. *EFSA Journal* 980: 1-139.

EFSA (2010) Panel on Contaminants in the Food Chain (CONTAM); Scientific Opinion on Lead in Food. *EFSA journal* 8: 1570.

EFSA (2012) Scientific Report of EFSA Cadmium dietary exposure in the European population. *EFSA Journal* 10: 2551.

EFSA (2012) Scientific Opinion on the risk for public health related to the presence of mercury and methylmercury in food. *EFSA Journal* 10: 2985.

EFSA (2012) Scientific Report of EFSA. Dietary exposure to inorganic arsenic in the European population. *EFSA Journal* 2014;12(3):3597

EFSA (2012) Scientific Report of EFSA. Cadmium dietary exposure in the European population. *EFSA Journal* 2012;10(1):2551

European Food Safety Authority (EFSA). Scientific statement on the health-based guidance values for dioxins and dioxin-like PCBs. *EFSA Journal* 2015;13(5):4124

European Food Safety Authority (EFSA). Risk for animal and human health related to the presence of dioxins and dioxin-like PCBs in feed and food. *EFSA Journal* 2018;16(11):5333

Eriksen KT, Halkjær J, Sørensen M, Meliker JR, McElroy JA, Tjønneland A,

Raaschou-Nielsen O (2014) Dietary cadmium intake and risk of breast, endometrial and ovarian cancer in Danish postmenopausal women: a prospective cohort study. *PloS One* 9(6).

[Frye E](#), [Bao C](#), [Li L](#), [Blumsack S](#) (2012) Environmental controls of cadmium desorption during CO₂ leakage. *Environmental Science & Technology* 46: 4388-4395.

Hartwig A (2013) Cadmium and cancer. *Metal Ions in Life Sciences* 11: 491-507.

[Hong YS](#), [Kim YM](#), [Lee KE](#) (2012) Methylmercury exposure and health effects. *Journal of Preventive Medicine and Public Health* 45: 353-363.

Huang LC, Tang J, Zhang RH, Gu F, Fang YQ, Zhang HX, Chen J, Li N, Ding GQ (2012) Exposure assessment on dietary lead and cadmium of residents in three areas of Zhejiang province from 2009 to 2010. *Zhonghua Yu Fang Yi Xue Za Zhi* 46: 42-45.

Hubaux R, Becker-Santos DD, Enfield KS, Rowbotham D, Lam S, Lam WL, Martinez VD (2013) Molecular features in arsenic-induced lung tumors. *Molecular Cancer* 12: 20.

IARC (2001) IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. International Agency for Research on Cancer, Lyon, França.

IARC (2004) Overall evaluations of carcinogenicity: an updating of IARC Monographs volumes 1-42. International Agency for Research on Cancer, Lyon, França.

Instituto Nacional de Estadística [Internet]. Madrid (España): Instituto Nacional de Estadística. [citad 28 nov 2016] Peso medio de la población por países, sexo, período y edad (2001). Disponible a: [Enllaç a la pàgina web de l'INE](#)

Itoh H, Iwasaki M, Sawada N, Takachi R, Kasuga Y, Yokoyama S, Onuma H, Nishimura H, Kusama R, Yokoyama K, Tsugane S (2014) Dietary cadmium intake and breast cancer risk in Japanese women: a case-control study. *International journal of hygiene and environmental Health* 217: 70-7.

Jenssen MT, Brantsæter AL, Haugen M, Meltzer HM, Larssen T, Kvaalem HE, Birgisdottir BE, Thomassen Y, Ellingsen D, Alexander J, Knutsen HK (2012) Dietary mercury exposure in a population with a wide range of fish consumption-self-capture of fish and regional differences are important determinants of mercury in blood. *Science of the Total Environment* 439: 220-229.

[Jiang JQ, Ashekuzzaman SM, Jiang A, Sharifuzzaman SM, Chowdhury SR](#) (2012) Arsenic contaminated groundwater and its treatment options in Bangladesh. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 10: 18-46.

Joint FAO/WHO Expert Committee on food additives. Sixty-first meeting Rome, 10-19 June 2003.

Joint FAO/WHO Expert Committee on food additives. Seventy-second meeting Rome, 16-25 February 2010.

JRC (2013) Determination of methylmercury in seafood by direct mercury analysis: Standard operating procedure. Joint Research Centre, European Commission, Geel, Bèlgica.

Kim SA, Kwon Y, Kim S, Joung H (2016) Assessment of Dietary Mercury Intake and Blood Mercury Levels in the Korean Population: Results from the Korean National Environmental Health Survey 2012-2014. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 13(9).

Koch W, Karim MR, Marzec Z, Miyataka H, Himeno S, Asakawa Y (2016) Dietary intake of metals by the young adult population of Eastern Poland: Results from a market basket study. *Journal Trace of Elements in Medicine and Biology* 35: 36-42.

Koh E, Shin H, Yon M, Nam JW, Lee Y, Kim D, Lee J, Kim M, Park SK, Choi H, Kim CI (2012) [Measures for a closer-to-real estimate of dietary exposure to total mercury and lead in total diet study for Koreans](#). *Nutrition Research and Practice* 6: 436-443.

Kumar M, Rahman MM, Ramanathan AL, Naidu R (2016) Arsenic and other elements in drinking water and dietary components from the middle Gangetic plain of Bihar, India: Health risk index. *The Science of the Total Environment* 539: 125-34.

Leong YH, Chiang PN, Jaafar HJ, Gan CY, Majid MI. Contamination of food samples from Malaysia with polychlorinated dibenzo-p-dioxins and dibenzofurans and estimation of human intake. *Food Addit Contam Part A Chem Anal Control Expo Risk Assess* 2014;31(4): 711-718

Linares V, Perelló G, Nadal M, Gómez-Catalán J, Llobet JM, Domingo JL (2010) Environmental versus dietary exposure to POPs and metals: a probabilistic assessment of human health risks. *Journal of Environmental Monitoring* 12: 681-688.

Lopez-Sobaler AM, Aparicio A, Aranceta-Bartrina J, Gil A, González-Gross M., Serra-Majem LI, et al. Overweight and general and abdominal obesity in a representative sample of Spanish adults: findings from the ANIBES Study. *Biomed Res Int* [Internet]. Juny 2016;2016(8341487):[aprox. 11 p.]. Disponible a: [Enllaç a la web del document](#)

Llorente-Mirandes T, Calderón J, López-Sánchez JF, Centrich F, Rubio R (2012) A fully validated method for the determination of arsenic species in rice and infant cereal products. *Pure and Applied Chemistry* 84: 225-238.

Luo J, Meng J, Ye Y, Wang Y, Bai L (2016) Population health risk via dietary exposure to trace elements (Cu, Zn, Pb, Cd, Hg, and As) in Qiqihar, Northeastern China. *Environmental Geochemistry and Health*

Marín S, Pardo O, Báquena R, Font G, Yusà V (2017) Dietary exposure to trace elements and health risk assessment in the region of Valencia, Spain: a total diet study. *Food Additives & Contaminants Part A: Chemistry, Analysis, Control, Exposure & Risk Assessment* 34(2): 228 – 240.

Martínez MA, Rovira J, Prasad Sharma R, Nadal M, Schuhmacher M, Kumar V (2017) Prenatal exposure estimation of BPA and DEHP using integrated external and internal dosimetry: A case study. *Environmental research* 158: 566-575.

[Maruyama K](#), [Yorifuji T](#), [Tsuda T](#), [Sekikawa T](#), [Nakadaira H](#), [Saito H](#) (2012) Methyl mercury exposure at Niigata, Japan: results of neurological examinations of 103 adults. *Journal of Biomedicine & Biotechnology* (en premsa).

[McElroy JA](#), [Shafer MM](#), [Trentham-Dietz A](#), [Hampton JM](#), [Newcomb PA](#) (2007) Urinary cadmium levels and tobacco smoke exposure in women age 20-69 years in the United States. *Journal of Toxicology and Environmental Health Part A* 70: 1779-1782.

Melkonian S, Argos M, Chen Y, Parvez F, Pierce B, Ahmed A, Islam T, Ahsan H (2012) Intakes of several nutrients are associated with incidence of arsenic-related keratotic skin lesions in Bangladesh. *The Journal of Nutrition* 142: 2128-2134.

Mihats D, Moche W, Prean M, Raushcer-Gabernig E. Dietary exposure to non-dioxin-like PCBs of different population groups in Austria. *Chemosphere* 2015;126:53-59.

Muñoz O, Vélez D, Montoro R (1999) Optimization of the solubilization, extraction and determination of inorganic arsenic [As(III) + As(V)] in seafood products by acid digestion, solvent extraction and hydride generation atomic absorption spectrometry. *Analyst* 124: 601-607.

Muñoz O, Zamorano P, Garcia O, Bastías JM (2017) Arsenic, cadmium, mercury, sodium, and potassium concentrations in common foods and estimated daily intake of the population in Valdivia (Chile) using a total diet study. *Food and Chemical Toxicology* 17: 30121-30127.

[Naujokas MF](#), [Anderson B](#), [Ahsan H](#), [Aposhian HV](#), [Graziano JH](#), [Thompson C](#), [Suk WA](#) (2013) The broad scope of health effects from chronic arsenic exposure: update on a worldwide public health problem. *Environmental Health Perspectives* 121: 295-302.

Oguri T, Yoshinaga J, Tao H, Nakazato T (2012) Daily intake of inorganic arsenic and some organic arsenic species of Japanese subjects. *Food and Chemical Toxicology* 50: 2663-2667.

Oguri T, Yoshinaga J (2014) Daily inorganic arsenic intake of the Japanese estimated by a probabilistic approach. *Nihon Eiseigaku Zasshi* 69(3): 177-186.

Organització Mundial de la Salut (OMS) (1985) Guidelines for the study of dietary intakes of chemical contaminants. Offset Publication 87, Organització Mundial de la Salut, Ginebra, Suïssa.

Organització Mundial de la Salut (OMS) (2003). Child Growth Standards 1997-2003. Disponible a: [Enllaç a la web de l'OMS](#) [Consulta: 14 març 2016]

[Osada M](#), [Izuno T](#), [Kobayashi M](#), [Sugita M](#) (2011) Relationship between environmental exposure to cadmium and bone metabolism in a non-polluted area of Japan. *Environmental Health and Preventive Medicine* 16: 341-349.

[Perelló G](#), [Martí-Cid R](#), [Llobet JM](#), [Domingo JL](#) (2008) Effects of various cooking processes on the concentrations of arsenic, cadmium, mercury, and lead in foods. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 56: 11262-11269.

Puerto-Parejo LM, Aliaga I, Canal-Macias ML, Leal-Hernandez O, Roncero-Martín R, Rico-Martín R, Moran JM (2017) Evaluation of the Dietary Intake of Cadmium, Lead and Mercury and Its Relationship with Bone Health among Postmenopausal Women in Spain. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 14(6).

Quijano L, Marín S, Millan E, Yusà V, Font G, Pardo O. Dietary exposure and risk assessment of polychlorinated dibenzo-p-dioxins, polychlorinated dibenzofurans and dioxin-like polychlorinated biphenyls of the population in the Region of Valencia (Spain). *Food Addit Contam Part A Chem Anal Control Expo Risk Assess* 2018;35(4): 740-749.

Quraishi SM, Adams SV, Shafer M, Meliker JR, Li W, Luo J, Neuhaus ML, Newcomb PA (2016) Urinary cadmium and estimated dietary cadmium in the Women's Health Initiative. *Journal of Exposure Science & Environmental epidemiology* 26: 303-8.

[Rahman M](#), [Sohel N](#), [Yunus M](#), [Chowdhury ME](#), [Hore SK](#), [Zaman K](#), [Bhuiya A](#), [Streatfield PK](#) (2013) Increased childhood mortality and arsenic in drinking water in matlab, Bangladesh: a population-based cohort study. *PLoS One* 8: 55014.

[Randall PM](#), [Chattopadhyay S](#) (2013) Mercury contaminated sediment sites-An evaluation of remedial options. *Environmental Research* 125: 131-149.

Rauscher-Gabernig E, Mischek D, Moche W, Prean M. Dietary intake of dioxins,

furans and dioxin-like PCBs in Austria. *Food Addit Contam Part A Chem Anal Control Expo Risk Assess* 2013;30(10):1770-1779.

[Rodríguez-Barranco M](#), [Lacasaña M](#), [Aguilar-Garduño C](#), [Alguacil J](#), [Gil F](#), [González-Alzaga B](#), [Rojas-García A](#) (2013) Association of arsenic, cadmium and manganese exposure with neurodevelopment and behavioural disorders in children: A systematic review and meta-analysis. *The Science of the Total Environment* 454-455: 562-577.

Roman B, Serra-Majem L, Ribas L, Pérez-Rodrigo C, Aranceta J (2006) Actividad física en la población infantil y juvenil española en el tiempo libre. *Estudio EnKid (1998-2000)*. *Apuntes Medicina de l'Esport* 41: 86-94.

Saha N, Zaman MR (2013) Evaluation of possible health risks of heavy metals by consumption of foodstuffs available in the central market of Rajshahi City, Bangladesh. *Environmental Monitoring and Assessment* 185: 3867-3878.

Sand S, Becker W (2012) Assessment of dietary cadmium exposure in Sweden and population health concern including scenario analysis. *Food and Chemical Toxicology* 50: 536-544.

Satarug S, Swaddiwudhipong W, Ruangyuttikarn W, Nishijo M, Ruiz P (2013) Modeling Cadmium Exposures in Low- and High-Exposure Areas in Thailand. *Environmental Health Perspectives* 121: 531-36.

Schneider K, Schwarz MA, Lindtner O, Blume K, Heinemeyer G (2014) Lead exposure from food: the German LExUKon project. *Food Additives & Contaminants Part A: Chemistry, Analysis, Control, Exposure & Risk Assessment* 31(6): 1052-63.

Schwarz MA, Lindtner O, Blume K, Heinemeyer G, Schneider K. Dioxin and dl-PCB exposure from food: the German LExUKon project. *Food Addit Contam Part A Chem Anal Control Expo Risk Assess* 2014;31(4):688-702.

Seo MN, Lee SG, Eom SY, Kim J, Oh SY, Kwon SJ, Kim H, Choi BS, Yu IJ, Park JD (2016) Estimation of Total and Inorganic Arsenic Intake from the Diet in Korean Adults. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology* 70(4): 647-656.

Shen H, Guan R, Ding G, Chen Q, Lou X, Chen Z, et al. Polychlorinated dibenzo p dioxins/furans (PCDD/Fs) and polychlorinated biphenyls (PCBs) in Zhejiang foods (2006-2015): market basket and polluted areas. *Sci Total Environ* 2017;574: 120-127.

Shin ES, Kim J, Choi SD, Kang YW, Chang YS. Estimated dietary intake and risk assessment of polychlorinated dibenzo-p-dioxins and dibenzofurans and dioxin-like polychlorinated biphenyls from fish consumption in the Korean general population. *Chemosphere* 2016;146: 419-425.

Sigrist M, Hilbe N, Brusa L, Campagnoli D, Beldoménico H (2016) Total arsenic in selected food samples from Argentina: Estimation of their contribution to inorganic arsenic dietary intake. *Food chemistry* 210: 96 – 101.

[Sirot V](#), [Tard A](#), [Venisseau A](#), [Brosseaud A](#), [Marchand P](#), [Le Bizec B](#), et al. Dietary exposure to polychlorinated dibenzo-p-dioxins, polychlorinated dibenzofurans and polychlorinated biphenyls of the French population: results of the second French Total Diet Study. *Chemosphere* 2012;88(4): 492-500.

Skrbic B, Zivancev J, Mrmos N (2013) Concentrations of arsenic, cadmium and lead in selected foodstuffs from Serbian market basket: estimated intake by the population from the Serbia. *Food and Chemical Toxicology* 58: 440-8.

Sociedad Española de Endocrinología Pediátrica (SEEP). Carrascosa, A., Fernández, J.M., Fernández, A., López-Siguero, J.P., López, D., Sánchez, E., y Grupo Colaborador (2010) Estudios de crecimiento. Disponible a: [Enllaç a la web de la sociedad Española de Pediatría](#)

[Soleo L](#), [Lovreglio P](#), [Panuzzo L](#), [D'Errico MN](#), [Basso A](#), [Gilberti ME](#), [Drago I](#), [Tomasi C](#), [Apostoli P](#) (2012) Health risk assessment of exposure to metals in the workers of the steel foundry and in the general population of Taranto (Italy). *Giornale Italiano di Medicina del Lavoro ed Ergonomia* 34: 381-391.

Sung TI, Wang YJ, Chen CY, Hung TL, Guo HR (2012) Increased serum level of epidermal growth factor receptor in liver cancer patients and its association with exposure to arsenic. *The Science of the Total Environment* 424: 74-78.

Tlustos C, Anderson W, Flynn A, Pratt I. Exposure of the adult population resident in Ireland to dioxins and PCBs from the diet. *Food Addit Contam Part A Chem Anal Control Expo Risk Assess* 2014;31(6): 1100-1113.

UNEP (2010) Final review of scientific information on cadmium. Disponible a: [Enllaç a la web del Programa de les Nacions Unides per al Medi Ambient](#) [Consulta: 4 juny 2013].

Van den Berg M, Birnbaum LS, Denison M, De Vito M, Farland W, Feeley M, et al. The 2005 World Health Organization reevaluation of human and Mammalian toxic equivalency factors for dioxins and dioxin-like compounds. *Toxicol Sci* 2006;93(2):223-241.

Van den Berg M, Birnbaum LS, Denison M, De Vito M, Farland W, Feeley M, et al. The 2005 World Health Organization reevaluation of human and Mammalian toxic equivalency factors for dioxins and dioxin-like compounds. *Toxicol Sci* 2006;93(2):223-241.

Van der Voet H, Slob W (2007). Integration of probabilistic exposure assessment

and probabilistic hazard characterization. *Risk Analysis* 27: 351-371.

Wong WW, Yip YC, Choi KK, Ho YY, Xiao Y. Dietary exposure to dioxins and dioxin-like PCBs of Hong Kong adults: results of the first Hong Kong Total Diet Study. *Food Addit Contam Part A Chem Anal Control Expo Risk Assess* 2013;30(12):2152-2158.

World Health Organization. Guidelines for the study of dietary intakes of chemical contaminants. Núm. 87. Ginebra (Suïssa): World Health Organization; 1985.

World Health Organization [Internet]. Ginebra (Suïssa): World Health Organization, Department of Nutrition. [citat el 28 nov 2016] Child growth standards 1997-2003; [aprox. 12 p.]. Disponible a: [Enllaç a la web de l'OMS](#)

[Wynant W, Siemiatycki J, Parent MÉ, Rousseau MC](#) (2013) Occupational exposure to lead and lung cancer: results from two case-control studies in Montreal, Canada. *Occupational and Environmental Medicine* 70: 164-170.

Yingliang J, Pei L, Jinfang S, Cannan W, Jie M, Yafei Z (2014) Dietary exposure and risk assessment to lead of the population of Jiangsu province, China. *Food Additives & Contaminants* 31(7): 1187-95.

[Yorifuji T, Tsuda T, Inoue S, Takao S, Harada M](#) (2011) Long-term exposure to methylmercury and psychiatric symptoms in residents of Minamata, Japan. *Environment International* 37: 907-913.

Yuan Y, Marshall G, Ferreccio C, Steinmaus C, Liaw J, Bates M, Smith AH (2010) Kidney cancer mortality: fifty-year latency patterns related to arsenic exposure. *Epidemiology* 21: 103-108.

Zhang L, Yin S, Wang X, Li J, Zhao Y, Li X, et al. Assessment of dietary intake of polychlorinated dibenzo-p-dioxins and dibenzofurans and dioxin-like polychlorinated biphenyls from the Chinese Total Diet Study in 2011. *Chemosphere* 2015;137:178-184.

Pera	0,006	0,005	0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Plàtan	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Mandarina	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Ous de gallina	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Llet sencera	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Llet semi	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Iogurt natural	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Iogurt de sabors	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Flam i natilles	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Formatge fresc (mozzarella)	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,006
Formatge (talls)	0,002	0,002	0,005	<0,002	<0,002	0,007
Formatge semicurat	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,010
Llet de soja	<0,002	<0,002	0,005	<0,002	<0,002	<0,002
Llet de civada	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,003
Pa blanc	0,008	0,006	0,020	<0,002	<0,002	0,011
Pa de motlle (hamburguesa)	0,004	0,003	0,019	<0,002	<0,002	0,011
Arròs	0,159	0,108	0,006	<0,002	<0,002	0,002
Cereals d'esmorzar	0,030	0,021	0,016	<0,002	<0,002	0,008
Pasta alimentària	0,018	0,018	0,022	<0,002	<0,002	0,019
Llenties	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,011
Cigrons	0,007	0,003	<0,002	<0,002	<0,002	0,010
Oli d'oliva	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Oli de gira-sol	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Brioix, pa de llet	0,003	0,003	0,013	<0,002	<0,002	0,010
Galetes maria	0,006	0,005	0,008	<0,002	<0,002	0,003
Magdalenes	0,003	0,003	0,005	<0,002	<0,002	0,002
Coc	0,007	0,004	0,005	<0,002	<0,002	0,005
Galetes de xocolata	0,012	0,006	0,024	<0,002	<0,002	0,018
Croissant	0,006	0,004	0,014	<0,002	<0,002	0,011
Salsa de tomàquet	0,003	0,003	0,016	<0,002	<0,002	0,009
Llet de continuació	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,004
Farinetes de cereals	0,022	0,021	0,011	<0,002	<0,002	0,006
Potet de pollastre	0,008	0,006	0,005	<0,002	<0,002	0,005
Potet de fruita	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Potet de vedella	0,006	0,005	0,007	<0,002	<0,002	0,003
Potet de peix	0,145	0,003	0,006	0,008	0,006	0,006
Cacau soluble	0,016	0,007	0,062	<0,002	<0,002	0,045

Annex 2

Ingesta dels aliments considerats (en g/dia) per a cadascun dels grups de població estudiats

Aliments	6-11 mesos	12-36 mesos	3-9 anys	10-17 anys
Carn de vedella	10,8	13,907	19,278	26,882
Carn de porc	0,188	3,935	8,859	15,124
Pollastre	24,479	28,311	38,664	42,956
Pernil dolç	0,617	2,265	5,846	6,876
Frankfurt	0	2,679	4,628	4,564
Pernil salat	0,293	2,739	6,149	10,487
Pernil de gall dindi	0,309	2,475	3,586	5,442
Bacallà	0,094	1,138	1,31	2,193
Orada	0	0,758	0,91	1,07
Tonyina	0	0,681	1,498	3,196
Conserva de tonyina	0	0,54	2,398	4,057
Seitó	0,034	0,152	1,218	0,505
Emperador	0	0,447	1,037	2,493
Salmó	0	0,793	2,055	3,195
Lluç	7,583	20,324	17,914	15,604
Rap	1,547	2,157	0,987	0,962
Llenguado	1,255	2,428	2,12	1,76
Sípia	0	0,226	1,213	0,909
Calamar	0,013	1,038	2,261	3,017
Llobarro	0,248	0,457	0,699	0,888
Musclo	0,001	0,203	0,464	0,628
Panga	0	0,404	1,397	0,539
Enciam	0,040	1,812	10,79	18,42
Tomàquet	2,059	6,471	15,18	25,72
Carbassó	10,310	7,672	2,88	3,31
Mongeta verda	12,947	6,024	5,90	8,48
Ceba	4,806	7,069	8,08	10,67
Porro	5,373	2,694	1,20	1,31
Pastanaga	15,959	10,715	7,95	8,84
Patata	80,880	54,066	50,07	60,51

Poma	37,757	25,855	36,46	35,10
Taronja	29,862	19,084	16,89	26,58
Pera	29,821	22,401	13,54	11,48
Plàtan	31,221	33,984	29,76	27,79
Mandarina	3,172	3,745	9,01	7,67
Ous de gallina	1,425	12,661	18,66	24,22
Llet sencera	6,394	123,537	155,45	126,52
Llet semi	0,038	30,920	95,78	119,93
Iogurt natural	52,659	53,246	42,96	39,54
Iogurt de sabors	20,320	49,921	35,99	26,63
Flam i natilles	1,371	14,246	13,65	14,30
Formatge fresc (mozzarella)	5,680	18,326	10,65	4,83
Formatge (talls)	0,311	2,792	4,04	3,78
Formatge semicurat	0	0,656	1,39	3,37
Llet de soja	0,270	3,631	4,16	5,51
Llet de civada	1,238	4,157	1,97	1,31
Pa blanc	2,027	17,002	52,02	89,97
Pa de motlle (hamburguesa)	0,178	4,856	16,91	18,70
Arròs	1,292	6,939	12,41	13,30
Cereals d'esmorzar	0,167	0,588	1,70	2,22
Pasta alimentària	0,770	9,651	17,50	20,84
Llenties	0,588	4,537	7,27	7,45
Cigrons	0,301	2,319	3,07	3,47
Oli d'oliva	6,835	7,229	10,73	14,42
Oli de gira-sol	1,220	2,814	3,81	2,83
Brioix, pa de llet	0,228	0,865	2,57	2,78
Galetes maria	4,484	11,958	12,72	9,88
Magdalenes	0,057	1,849	4,35	5,49
Coc	0,188	2,214	4,59	5,36
Galetes de xocolata	0,049	1,390	5,41	4,57
Croissant	0,019	0,593	1,62	2,59
Salsa de tomàquet	0,422	4,749	10,96	14,51
Llet de continuació	355,696	172,706	12,83	0,62
Farinetes de cereals	8,065	11,359	0,87	0,15
Potet de pollastre	16,490	6,839	0,00	0,00
Potet de fruita	24,251	16,788	1,03	0,39
Potet de vedella	7,608	2,867	0	0
Potet de peix	5,794	6,726	0	0
Cacau soluble	0	2,350	6,59	6,81

Aliments	18-39 anys	40-64 anys	65-74 anys	Embarassades	18-74 anys
Carn de vedella	23,51	23,96	17,67	17,08	23,01
Carn de porc	11,6	12,01	10,04	10,88	11,6
Pollastre	38,74	29,65	22,39	32,4	32,42
Pernil dolç	2,77	1,79	0,9	1,76	2,07
Frankfurt	2,68	0,79	0,2	0,17	1,48
Pernil salat	8,32	8,83	7,7	2,78	8,48
Pernil de gall dindi	6,681	2,85	2,13	7,39	4,35
Bacallà	1,34	3,17	5,82	1,82	2,75
Orada	1,07	2,08	0,75	0,66	1,51
Tonyina	3,91	2,35	3,7	1,39	3,14
Conserva de tonyina	7,22	4,88	4,47	5,99	5,77
Seitó	0,77	1,19	1,25	0,2	1,03
Emperador	0,6	1,56	0,99	1,36	1,1
Salmó	5,16	2,73	4,31	3,82	3,9
Lluç	8,02	10,85	12,72	8,86	9,94
Rap	0,16	1,06	0,26	0,43	0,6
Llenguado	0,58	0,44	0,92	0,65	0,55
Sípia	0,46	0,96	1,18	0,88	0,79
Calamar	1,95	1,91	2,02	0,97	1,94
Llobarro	0,32	0,85	1	1,86	0,65
Musclo	0,19	0,43	0,4	0,12	0,33
Panga	0,28	0,61	0,51	1,08	0,47
Enciam	24,42	31,56	26,19	28,73	28,03
Tomàquet	33,34	45,65	37,30	37,33	39,68
Carbassó	1,99	2,08	3,09	2,60	2,17
Mongeta verda	3,60	7,77	8,74	8,68	6,21
Ceba	11,57	12,35	11,24	12,91	11,90
Porro	1,07	1,02	1,90	0,87	1,15
Pastanaga	6,12	6,86	8,77	6,07	6,79
Patata	41,27	40,73	43,46	40,84	41,28
Poma	35,50	45,38	56,61	34,08	42,78
Taronja	24,04	34,51	52,95	14,94	32,55
Pera	7,95	14,09	21,84	10,19	12,56
Plàtan	17,87	13,56	15,89	13,84	15,57
Mandarina	8,94	13,20	9,88	10,89	11,08
Ous de gallina	17,64	16,72	17,40	14,68	17,18
Llet sencera	58,70	65,47	39,03	54,43	59,52
Llet semi	87,33	74,97	84,69	99,93	81,13
Iogurt natural	25,15	20,41	19,44	24,61	22,20

Iogurt de sabors	14,23	4,83	4,37	20,76	8,56
Flam i natilles	7,61	8,41	7,72	9,40	8,01
Formatge fresc (mozzarella)	2,71	4,94	5,62	4,70	4,13
Formatge (talls)	2,93	2,07	1,25	3,09	2,32
Formatge semicurat	1,21	1,80	1,64	2,14	1,54
Llet de soja	9,32	14,92	12,90	3,41	12,42
Llet de civada	4,35	2,29	1,56	11,55	3,03
Pa blanc	57,67	66,74	60,02	50,74	62,27
Pa de motlle (hamburguesa)	16,34	8,03	8,20	17,47	11,40
Arròs	12,14	10,60	9,08	9,97	11,03
Cereals d'esmorzar	0,76	1,04	1,02	1,46	0,62
Pasta alimentària	16,35	13,41	10,98	12,55	14,30
Llenties	3,25	3,89	4,50	3,68	3,71
Cigrons	2,62	2,03	2,59	1,93	2,33
Oli d'oliva	13,93	17,06	16,19	15,25	15,69
Oli de gira-sol	2,19	1,58	1,53	0,87	1,82
Brioix, pa de llet	2,04	1,97	1,02	2,45	1,88
Galetes maria	6,68	5,98	4,25	6,90	6,05
Magdalenes	2,98	3,18	2,42	1,78	3,01
Coc	3,04	3,00	3,94	3,73	3,13
Galetes de xocolata	1,51	1,03	0,13	1,06	1,12
Croissant	3,68	2,29	1,06	3,77	2,70
Salsa de tomàquet	8,27	4,45	2,33	6,35	5,73
Llet de continuació	-	-	-	-	-
Farinetes de cereals	-	-	-	-	-
Potet de pollastre	-	-	-	-	-
Potet de fruita	-	-	-	-	-
Potet de vedella	-	-	-	-	-
Potet de peix	-	-	-	-	-
Cacau soluble	1,56	0,53	0,30	1,35	0,92

Annex 3

Resultats individuals dels 17 congèneres de PCDD/PCDF (pg/g) en els diferents aliments i els seus equivalents en pg OMS-TEQ/g

86

Annexos

Taula A3.1. Concentració de PCDD/F en carn i derivats (pg/g)

Congènere	Carn de vedella	Carn de porc	Pollastre	Pernil dolç	Frankfurt	Pernil salat	Embotit de gall d'indi
2,3,7,8-TCDD	<0,003	<0,003	<0,004	<0,005	<0,004	<0,002	<0,004
1,2,3,7,8-PeCDD	<0,002	<0,003	<0,003	<0,004	0,005	0,002	<0,003
1,2,3,4,7,8-HxCDD	0,004	0,004	0,004	0,005	0,006	0,005	0,003
1,2,3,6,7,8-HxCDD	0,006	<0,003	<0,003	<0,007	0,007	0,004	<0,003
1,2,3,7,8,9-HxCDD	0,002	<0,003	<0,003	<0,005	<0,003	0,003	<0,003
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	0,025	0,008	0,020	0,007	0,040	0,038	0,006
OCDD	0,057	0,044	0,063	0,042	0,233	0,195	0,031
2,3,7,8-TCDF	<0,003	0,004	<0,004	<0,004	0,009	0,005	0,005
1,2,3,7,8-PeCDF	<0,003	<0,003	<0,003	<0,004	0,003	<0,002	<0,003
2,3,4,7,8-PeCDF	0,006	<0,003	<0,003	<0,003	0,011	0,005	<0,003
1,2,3,4,7,8-HxCDF	0,004	0,003	0,003	0,013	0,011	0,020	<0,002
1,2,3,6,7,8-HxCDF	<0,002	<0,002	0,002	<0,003	0,006	0,009	<0,002
2,3,4,6,7,8-HxCDF	0,003	<0,002	<0,002	<0,003	0,005	0,009	<0,002
1,2,3,7,8,9-HxCDF	<0,003	<0,002	<0,003	<0,004	<0,004	<0,004	<0,003
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	0,008	0,004	0,006	0,006	0,014	0,075	0,004
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	<0,005	<0,003	<0,003	<0,006	<0,003	0,017	<0,004
OCDF	<0,004	<0,006	0,008	<0,008	0,013	0,093	<0,006
pg OMS-TEQ/g	0,007	0,005	0,006	0,008	0,015	0,011	0,005

Taula A3.2. Concentració de PCDD/F en peix i marisc (pg/g)

Congènere	Bacallà	Orada	Tonyina	Conserva de tonyina	Seitó	Emperador	Salmó
2,3,7,8-TCDD	<0,014	<0,014	<0,007	<0,006	0,020	0,006	0,019
1,2,3,7,8-PeCDD	<0,011	0,023	0,007	<0,005	0,035	0,016	0,032
1,2,3,4,7,8-HxCDD	<0,011	<0,010	0,007	0,006	0,013	0,009	0,011
1,2,3,6,7,8-HxCDD	<0,012	<0,010	0,006	<0,005	0,033	0,015	0,019
1,2,3,7,8,9-HxCDD	<0,011	<0,010	<0,005	<0,005	0,010	<0,005	0,007
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	<0,010	<0,009	0,006	<0,012	0,035	0,011	0,016
OCDD	<0,024	0,029	0,024	<0,038	0,063	0,030	0,030
2,3,7,8-TCDF	0,041	0,208	0,061	0,009	0,094	0,102	0,386
1,2,3,7,8-PeCDF	<0,012	0,032	0,011	0,005	0,036	0,042	0,043
2,3,4,7,8-PeCDF	0,013	0,088	0,038	0,006	0,116	0,067	0,110
1,2,3,4,7,8-HxCDF	<0,006	0,012	<0,005	0,004	0,015	0,008	0,011
1,2,3,6,7,8-HxCDF	<0,006	<0,007	0,005	<0,003	0,011	0,008	0,009
2,3,4,6,7,8-HxCDF	<0,006	<0,008	0,006	<0,004	0,017	0,007	0,014
1,2,3,7,8,9-HxCDF	<0,008	<0,010	<0,006	<0,005	<0,005	<0,006	<0,006
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	<0,009	<0,006	0,005	<0,019	0,010	0,006	<0,005
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	<0,012	<0,010	<0,007	<0,035	<0,006	<0,006	<0,007
OCDF	<0,016	<0,013	0,012	<0,016	0,014	0,009	<0,012
pg OMS-TEQ/g	0,024	0,082	0,032	0,011	0,111	0,059	0,131

Taula A3.3. Concentració de PCDD/F en peix i marisc (pg/g) (continuació)

Congènere	Lluç	Rap	Llenguado	Sípia	Calamar	Llobarro	Musclo	Panga
2,3,7,8-TCDD	<0,006	<0,008	0,012	<0,013	0,022	0,012	0,025	<0,007
1,2,3,7,8-PeCDD	0,008	0,010	0,020	0,017	0,039	0,017	0,029	<0,006
1,2,3,4,7,8-HxCDD	0,008	0,010	0,013	<0,010	0,017	0,009	0,017	0,009
1,2,3,6,7,8-HxCDD	0,016	0,019	0,018	<0,010	0,030	0,009	0,034	<0,007
1,2,3,7,8,9-HxCDD	0,006	0,008	0,007	<0,010	0,013	<0,006	0,029	<0,006
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	0,021	0,033	0,018	0,017	0,034	0,013	0,184	0,016
OCDD	0,048	0,058	0,033	0,043	0,038	0,024	0,614	0,049
2,3,7,8-TCDF	0,040	0,027	0,107	0,031	0,380	0,190	0,820	0,008
1,2,3,7,8-PeCDF	0,022	0,011	0,023	0,022	0,072	0,036	0,050	<0,006
2,3,4,7,8-PeCDF	0,026	0,041	0,010	0,016	0,182	0,082	0,126	<0,007
1,2,3,4,7,8-HxCDF	0,011	0,022	<0,004	<0,008	0,031	0,012	0,023	<0,003
1,2,3,6,7,8-HxCDF	0,008	0,014	0,005	0,007	0,017	0,006	0,014	<0,003
2,3,4,6,7,8-HxCDF	0,011	0,015	<0,004	<0,008	0,021	0,008	0,019	<0,004
1,2,3,7,8,9-HxCDF	<0,007	<0,010	<0,005	<0,011	<0,013	<0,007	<0,012	<0,006
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	0,011	0,020	0,005	0,011	0,016	0,008	0,039	0,007
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	<0,008	<0,009	<0,008	<0,013	<0,008	<0,009	<0,008	<0,010
OCDF	<0,013	<0,016	<0,014	<0,020	<0,014	<0,019	0,049	<0,015
pg OMS-TEQ/g	0,031	0,039	0,052	0,036	0,171	0,079	0,192	0,011

Taula A3.4. Concentració de PCDD/F en ous, llet i anàlegs de llet (pg/g)

Congènere	Ous de gallina	Llet sencera	Llet semidesnatada	Llet de soja	Llet de civada
2,3,7,8-TCDD	0,044	<0,004	<0,003	<0,005	<0,005
1,2,3,7,8-PeCDD	0,015	0,003	<0,003	<0,004	<0,005
1,2,3,4,7,8-HxCDD	0,008	0,004	0,003	<0,006	<0,007
1,2,3,6,7,8-HxCDD	0,012	0,005	0,003	<0,006	<0,007
1,2,3,7,8,9-HxCDD	<0,005	0,004	0,002	<0,006	<0,007
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	0,023	0,01	0,004	<0,007	<0,009
OCDD	0,046	0,021	0,013	0,019	0,014
2,3,7,8-TCDF	0,031	<0,003	<0,003	<0,005	<0,005
1,2,3,7,8-PeCDF	0,012	<0,003	<0,002	<0,004	<0,004
2,3,4,7,8-PeCDF	0,009	0,006	0,003	<0,003	<0,004
1,2,3,4,7,8-HxCDF	0,011	0,004	0,002	<0,003	<0,004
1,2,3,6,7,8-HxCDF	<0,005	0,004	<0,002	<0,003	<0,003
2,3,4,6,7,8-HxCDF	<0,006	0,003	<0,002	<0,003	<0,004
1,2,3,7,8,9-HxCDF	<0,007	<0,002	<0,002	<0,005	<0,006
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	0,007	0,004	0,003	<0,005	<0,004
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	<0,006	<0,003	<0,003	<0,007	<0,008
OCDF	0,008	<0,006	<0,005	<0,008	<0,012
pg OMS-TEQ/g	0,069	0,009	0,005	0,007	0,008

Taula A3.5. Concentració de PCDD/F en derivats lactis (pg/g)

Congènere	Iogurt natural	Iogurt de gustos	Flam i natilles	Formatge fresc	Formatge a talls	Formatge semicurat
2,3,7,8-TCDD	<0,003	<0,003	<0,006	<0,031	<0,009	<0,006
1,2,3,7,8-PeCDD	<0,003	<0,002	<0,005	<0,024	0,014	0,012
1,2,3,4,7,8-HxCDD	0,004	0,004	<0,004	<0,021	0,011	0,010
1,2,3,6,7,8-HxCDD	0,004	<0,004	<0,004	<0,021	0,025	0,016
1,2,3,7,8,9-HxCDD	<0,003	<0,003	<0,004	<0,021	0,011	0,011
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	0,013	0,007	0,007	0,033	0,046	0,034
OCDD	0,018	0,010	0,009	<0,036	0,052	0,077
2,3,7,8-TCDF	<0,003	<0,003	0,006	<0,028	0,009	<0,006
1,2,3,7,8-PeCDF	<0,003	<0,003	<0,005	<0,025	<0,008	<0,007
2,3,4,7,8-PeCDF	0,005	<0,003	<0,004	<0,024	0,038	0,030
1,2,3,4,7,8-HxCDF	0,002	<0,002	<0,003	<0,019	0,022	0,020
1,2,3,6,7,8-HxCDF	<0,002	0,002	<0,003	<0,018	0,017	0,015
2,3,4,6,7,8-HxCDF	<0,002	<0,002	<0,003	<0,023	0,012	0,010
1,2,3,7,8,9-HxCDF	<0,003	<0,003	<0,004	<0,026	<0,009	<0,013
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	0,003	<0,002	0,003	<0,014	0,012	<0,013
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	<0,004	<0,004	<0,004	<0,023	<0,008	<0,022
OCDF	<0,006	<0,006	<0,008	<0,047	<0,013	<0,016
pg OMS-TEQ/g	0,006	0,005	0,008	0,041	0,042	0,034

Taula A3.6. Concentració de PCDD/F en verdures i tubercles (pg/g)

Congènere	Enciam	Tomàquet	Carbassó	Mongeta verda	Ceba	Porro	Pastanaga	Patata
2,3,7,8-TCDD	<0,003	<0,002	<0,004	<0,002	<0,002	<0,001	<0,002	<0,002
1,2,3,7,8-PeCDD	<0,002	<0,003	<0,003	<0,002	<0,002	<0,001	<0,001	<0,002
1,2,3,4,7,8-HxCDD	0,004	0,003	0,005	0,003	0,005	0,003	0,004	0,003
1,2,3,6,7,8-HxCDD	<0,003	<0,003	<0,005	<0,002	0,005	<0,002	<0,001	<0,002
1,2,3,7,8,9-HxCDD	<0,002	<0,003	<0,005	<0,002	0,003	<0,002	<0,001	<0,002
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	0,005	0,009	0,055	0,006	0,015	0,003	0,002	0,003
OCDD	0,024	0,019	0,021	0,023	0,047	0,012	0,016	0,010
2,3,7,8-TCDF	0,003	0,013	0,012	0,004	0,003	<0,002	<0,002	<0,002
1,2,3,7,8-PeCDF	<0,002	<0,003	<0,005	<0,002	<0,002	<0,001	<0,002	<0,002
2,3,4,7,8-PeCDF	<0,002	0,003	0,003	0,003	0,003	<0,001	<0,002	<0,002
1,2,3,4,7,8-HxCDF	<0,002	0,004	0,006	0,003	0,003	<0,0007	<0,001	<0,001
1,2,3,6,7,8-HxCDF	<0,002	<0,002	<0,003	0,002	0,002	<0,0007	<0,001	<0,001
2,3,4,6,7,8-HxCDF	<0,002	<0,003	<0,003	<0,002	<0,002	<0,0008	<0,001	<0,001
1,2,3,7,8,9-HxCDF	<0,003	<0,004	<0,004	<0,002	<0,003	<0,001	<0,001	<0,002
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	0,003	0,006	0,018	0,003	0,005	<0,001	0,001	0,002
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	<0,005	<0,004	<0,006	<0,004	<0,004	<0,002	<0,001	<0,002
OCDF	<0,015	0,011	<0,013	<0,007	<0,006	0,003	0,006	<0,005
pg OMS-TEQ/g	0,004	0,007	0,030	0,004	0,006	0,002	0,003	0,003

Taula A3.7. Concentració de PCDD/F en fruita (pg/g)

Congènere	Poma	Taronja	Pera	Plàtan	Mandarina
2,3,7,8-TCDD	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,009
1,2,3,7,8-PeCDD	<0,001	<0,002	<0,002	<0,001	<0,002
1,2,3,4,7,8-HxCDD	0,003	0,004	0,004	0,004	0,005
1,2,3,6,7,8-HxCDD	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,004
1,2,3,7,8,9-HxCDD	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,003
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	0,005	0,005	0,004	<0,003	0,004
OCDD	0,024	0,026	0,021	<0,017	0,023
2,3,7,8-TCDF	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,003
1,2,3,7,8-PeCDF	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,003
2,3,4,7,8-PeCDF	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
1,2,3,4,7,8-HxCDF	0,002	<0,002	<0,001	<0,001	0,002
1,2,3,6,7,8-HxCDF	<0,001	<0,002	<0,001	<0,001	<0,002
2,3,4,6,7,8-HxCDF	<0,001	<0,002	<0,002	<0,001	<0,002
1,2,3,7,8,9-HxCDF	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,004
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	0,005	0,003	0,002	0,002	0,003
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	<0,002	<0,003	<0,002	<0,003	<0,004
OCDF	0,015	0,010	0,008	0,008	<0,010
pg OMS-TEQ/g	0,003	0,004	0,003	0,003	0,008

Taula A3.8. Concentració de PCDD/F en pa i cereals i llegums (pg/g)

Congènere	Pa blanc	Pa de motlle	Arròs	Pasta alimentària	Llenties	Cigrons
2,3,7,8-TCDD	<0,002	<0,003	<0,003	<0,009	<0,002	<0,003
1,2,3,7,8-PeCDD	<0,003	<0,002	<0,002	<0,001	<0,002	<0,003
1,2,3,4,7,8-HxCDD	0,006	0,005	0,004	0,004	0,002	0,003
1,2,3,6,7,8-HxCDD	0,004	<0,002	<0,003	<0,002	<0,002	<0,002
1,2,3,7,8,9-HxCDD	0,005	<0,002	<0,003	<0,002	<0,002	<0,002
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	0,041	0,009	<0,003	0,005	<0,003	<0,003
OCDD	0,108	0,055	0,017	0,03	<0,011	<0,014
2,3,7,8-TCDF	0,004	0,004	<0,003	<0,004	0,004	0,004
1,2,3,7,8-PeCDF	0,003	<0,003	<0,002	<0,004	<0,002	<0,003
2,3,4,7,8-PeCDF	0,003	<0,003	<0,002	0,003	<0,002	<0,004
1,2,3,4,7,8-HxCDF	0,003	0,003	<0,002	0,002	<0,001	<0,002
1,2,3,6,7,8-HxCDF	0,001	<0,002	<0,002	0,001	<0,001	<0,002
2,3,4,6,7,8-HxCDF	0,002	<0,002	<0,002	0,001	<0,002	<0,002
1,2,3,7,8,9-HxCDF	<0,002	<0,003	<0,003	0,002	<0,002	<0,003
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	0,004	0,004	0,003	0,003	<0,002	<0,002
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	<0,003	<0,004	<0,003	<0,002	<0,003	<0,004
OCDF	0,008	0,009	<0,009	0,011	<0,008	<0,012
pg OMS-TEQ/g	0,007	0,005	0,004	0,007	0,004	0,005

Taula A3.9. Concentració de PCDD/F en olis i greixos, salsa de tomàquet i cacau soluble

Congènere	Oli d'oliva	Oli de gira-sol	Salsa de tomàquet	Cacau soluble
2,3,7,8-TCDD	<0,069	<0,047	<0,005	<0,003
1,2,3,7,8-PeCDD	<0,066	<0,044	<0,002	<0,002
1,2,3,4,7,8-HxCDD	<0,074	<0,055	0,003	<0,004
1,2,3,6,7,8-HxCDD	<0,071	<0,055	<0,002	<0,004
1,2,3,7,8,9-HxCDD	<0,071	<0,054	<0,002	<0,003
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	<0,116	<0,089	0,007	0,024
OCDD	<0,374	<0,33	0,047	0,267
2,3,7,8-TCDF	0,093	0,069	<0,002	0,005
1,2,3,7,8-PeCDF	<0,057	<0,05	<0,002	<0,002
2,3,4,7,8-PeCDF	<0,06	<0,051	<0,002	<0,002
1,2,3,4,7,8-HxCDF	0,048	0,034	0,002	0,002
1,2,3,6,7,8-HxCDF	<0,045	<0,032	<0,001	<0,002
2,3,4,6,7,8-HxCDF	<0,051	<0,035	<0,001	<0,002
1,2,3,7,8,9-HxCDF	<0,064	<0,043	<0,002	<0,003
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	0,057	<0,041	0,01	0,004
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	<0,081	<0,057	<0,002	<0,004
OCDF	<0,36	<0,315	0,006	<0,013
pg OMS-TEQ/g	0,112	0,079	0,005	0,005

Taula A3.10. Concentració de PCDD/F en brioixeria (pg/g)

Congènere	Cereals d'esmorzar	Pa de llet	Galetes Maria	Magdales	Coc	Galetes de xocolata	Croissant
2,3,7,8-TCDD	<0,004	<0,004	<0,005	0,003	0,003	<0,002	<0,010
1,2,3,7,8-PeCDD	<0,004	<0,003	<0,005	<0,003	0,002	<0,002	<0,005
1,2,3,4,7,8-HxCDD	0,005	0,006	<0,006	0,003	0,004	0,003	0,006
1,2,3,6,7,8-HxCDD	<0,004	0,006	<0,006	<0,003	<0,002	0,004	0,008
1,2,3,7,8,9-HxCDD	<0,004	0,009	<0,006	<0,003	0,003	0,004	0,009
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	0,010	0,045	0,034	0,009	0,015	0,045	0,056
OCDD	0,445	1,800	3,034	0,090	0,539	1,995	2,989
2,3,7,8-TCDF	0,007	0,006	0,010	0,012	0,012	0,012	0,008
1,2,3,7,8-PeCDF	<0,003	<0,004	<0,004	0,004	0,003	0,002	<0,005
2,3,4,7,8-PeCDF	0,004	0,005	<0,004	0,005	0,004	0,006	0,007
1,2,3,4,7,8-HxCDF	0,003	0,004	0,005	0,005	0,004	0,005	0,007
1,2,3,6,7,8-HxCDF	0,002	0,003	0,003	<0,002	0,002	0,003	0,004
2,3,4,6,7,8-HxCDF	<0,003	0,003	0,003	<0,002	0,002	0,003	0,004
1,2,3,7,8,9-HxCDF	<0,003	<0,004	<0,004	<0,002	<0,008	<0,006	<0,002
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	0,003	0,004	0,004	0,004	0,003	0,006	0,007
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	<0,004	<0,005	<0,005	<0,003	<0,003	<0,002	<0,003
OCDF	<0,018	<0,013	<0,016	0,005	<0,004	0,007	0,007
pg OMS-TEQ/g	0,007	0,010	0,010	0,009	0,010	0,009	0,016

Taula A3.11. Concentració de PCDD/F en aliments infantils (pg/g)

Congènere	Llet de continuació	Farinetes de cereals	Potet de pollastre	Potet de fruita	Potet de vedella	Potet de peix
2,3,7,8-TCDD	<0,003	<0,004	<0,001	0,003	<0,002	<0,003
1,2,3,7,8-PeCDD	<0,003	<0,003	<0,001	<0,003	<0,002	<0,003
1,2,3,4,7,8-HxCDD	<0,003	0,003	0,002	0,003	0,003	0,003
1,2,3,6,7,8-HxCDD	<0,003	<0,003	0,002	<0,002	<0,002	<0,003
1,2,3,7,8,9-HxCDD	<0,003	<0,003	<0,001	<0,002	<0,002	<0,003
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	<0,004	<0,003	0,012	0,002	0,006	0,006
OCDD	0,052	0,013	0,039	0,014	0,022	0,025
2,3,7,8-TCDF	<0,003	<0,003	0,002	0,008	0,005	0,010
1,2,3,7,8-PeCDF	<0,003	<0,003	<0,001	<0,002	<0,002	<0,002
2,3,4,7,8-PeCDF	<0,003	<0,003	<0,001	0,004	0,003	0,004
1,2,3,4,7,8-HxCDF	<0,002	<0,002	0,002	0,003	0,003	0,003
1,2,3,6,7,8-HxCDF	<0,003	<0,002	0,001	<0,001	<0,002	0,002
2,3,4,6,7,8-HxCDF	<0,003	<0,002	<0,001	<0,001	<0,002	<0,002
1,2,3,7,8,9-HxCDF	<0,004	<0,002	<0,001	<0,002	<0,002	<0,003
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	0,003	<0,002	0,004	<0,002	0,005	0,004
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	<0,005	<0,003	<0,001	<0,002	<0,004	<0,005
OCDF	<0,010	<0,008	0,005	<0,007	<0,007	<0,009
pg OMS-TEQ/g	0,005	0,005	0,003	0,007	0,005	0,006

Annex 4

Resultats individuals dels 18 congèneres de PCB i els subtotals de DL-PCB, expressats en els seus equivalents tòxics (pg OMS-TEQ/g), i de NDL-PCB (ng/g)

Taula A4.1. Concentració de DL-PCB i NDL-PCB en carn i derivats (pg/g)

Congènere	Carn de vedella	Carn de porc	Pollastre	Pernil dolç	Frankfurt	Pernil salat	Embotit de gall d'indi
DL-PCB							
PCB 81	<0,048	<0,087	<0,023	<0,027	0,079	0,058	<0,019
PCB 77	0,125	0,123	0,228	0,073	0,297	0,189	0,118
PCB 123	0,185	0,113	0,067	0,042	0,233	0,047	0,068
PCB 118	9,267	3,021	3,142	2,092	12,690	4,783	3,296
PCB 114	0,256	0,105	0,087	0,068	0,362	0,141	0,089
PCB 105	2,176	0,834	1,122	0,484	3,538	1,111	1,132
PCB 126	0,069	<0,075	<0,021	<0,019	0,054	0,035	0,020
PCB 167	0,487	0,156	0,156	0,115	0,630	0,266	0,210
PCB 156	1,016	0,632	0,411	0,452	2,529	1,126	0,421
PCB 157	0,212	0,118	0,082	0,089	0,477	0,226	0,088
PCB 169	<0,036	<0,054	<0,016	<0,015	0,027	<0,016	<0,011
PCB 189	0,146	0,085	0,042	0,060	0,271	0,165	0,054
TOTAL DL-PCB (pg OMS-TEQ/g)	0,008	0,005	0,001	0,001	0,007	0,004	0,002
NDL-PCB							
PCB 28	0,006	0,005	0,009	0,004	0,007	0,004	0,004
PCB 52	0,007	0,008	0,01	0,01	0,02	0,02	0,007
PCB 101	0,003	0,004	0,005	0,006	0,01	0,005	0,003
PCB 153	0,02	0,01	0,009	0,01	0,04	0,02	0,01
PCB 138	0,02	0,01	0,009	0,01	0,04	0,02	0,009
PCB 180	0,01	0,007	0,004	0,005	0,02	0,01	0,005
TOTAL NDL-PCB (ng/g)	0,069	0,050	0,047	0,049	0,150	0,078	0,038

Taula A4.2. Concentració de DL-PCB i NDL-PCB en peix i marisc (pg/g)

Congènere	Bacallà	Orada	Tonyina	Conserva de tonyina	Seitó	Emperador	Salmó
DL-PCB							
PCB 81	0,388	2,937	1,214	<0,173	4,247	1,907	7,623
PCB 77	0,792	8,991	3,434	0,298	9,838	2,688	17,183
PCB 123	0,972	11,053	4,074	0,213	14,732	5,646	10,861
PCB 118	41,846	377,281	219,703	16,459	633,958	232,201	558,764
PCB 114	0,875	6,771	4,130	0,409	9,361	5,146	10,591
PCB 105	14,713	111,359	58,051	4,936	186,599	65,513	177,714
PCB 126	0,367	3,814	3,496	0,197	14,148	3,462	4,456
PCB 167	2,402	34,447	32,094	1,681	80,568	24,435	36,361
PCB 156	3,666	50,139	48,893	2,277	130,017	31,595	56,325
PCB 157	1,198	12,530	10,207	0,496	27,333	8,474	15,413
PCB 169	0,068	0,654	0,846	0,125	1,089	2,188	0,735
PCB 189	0,344	8,382	13,003	0,325	24,957	3,700	6,798
TOTAL DL-PCB (pg OMS-TEQ/g)	0,041	0,421	0,387	0,024	1,483	0,424	0,498
NDL-PCB							
PCB 28	0,02	0,08	0,01	0,004	0,02	0,02	0,16
PCB 52	0,04	0,15	0,04	0,01	0,10	0,08	0,36
PCB 101	0,04	0,40	0,29	0,02	0,55	0,34	0,87
PCB 153	0,14	1,99	2,17	0,09	2,64	1,09	1,70
PCB 138	0,11	1,50	1,52	0,08	2,31	0,94	1,61
PCB 180	0,03	0,81	1,08	0,04	1,59	0,45	0,49
TOTAL NDL-PCB (ng/g)	0,386	4,934	5,111	0,245	7,216	2,922	5,191

Taula A4.3. Concentració de DL-PCB i NDL-PCB en peix i marisc (continuació) (pg/g)

Congènere	Lluç	Rap	Llenguado	Sípia	Calamar	Llobarro	Musclo	Panga
DL-PCB								
PCB 81	1,323	<0,551	1,175	<0,177	1,276	2,561	1,704	<0,226
PCB 77	2,323	<0,557	4,034	0,728	9,137	12,914	10,417	<0,224
PCB 123	3,185	0,880	2,515	1,426	6,115	4,758	3,723	<0,176
PCB 118	358,422	20,238	206,393	29,335	436,817	490,361	160,645	1,042
PCB 114	6,353	1,998	1,887	0,766	5,504	8,365	2,210	<0,156
PCB 105	111,529	9,271	53,877	2,259	110,025	146,103	49,194	0,432
PCB 126	3,915	1,675	0,977	0,212	4,608	5,450	2,470	<0,227
PCB 167	58,918	15,241	16,912	13,102	42,008	51,169	16,826	<0,118
PCB 156	73,477	35,728	14,001	7,890	60,749	88,375	15,591	<0,122
PCB 157	16,686	8,964	6,887	1,390	16,432	19,763	3,503	<0,117
PCB 169	6,421	0,305	0,268	0,252	0,612	0,822	0,277	<0,188
PCB 189	16,954	10,077	4,372	10,174	12,291	23,191	2,442	<0,099
TOTAL DL-PCB (pg OMS-TE- Q/g)	0,604	0,180	0,116	0,031	0,501	0,597	0,265	0,014
NDL-PCB								
PCB 28	0,01	0,003	0,03	0,002	0,01	0,09	0,02	0,003
PCB 52	0,05	0,01	0,06	0,005	0,05	0,23	0,05	0,004
PCB 101	0,34	0,03	0,25	0,04	0,29	0,68	0,24	0,007
PCB 153	2,29	1,16	1,11	0,71	1,63	2,64	0,97	0,01
PCB 138	1,74	0,29	0,84	0,25	1,33	2,03	0,66	0,01
PCB 180	1,24	0,72	0,38	0,38	0,48	1,44	0,07	0,008
TOTAL NDL- PCB (ng/g)	5,672	2,208	2,660	1,390	3,802	7,107	2,004	0,047

Taula A4.4. Concentració de DL-PCB i NDL-PCB en ous, llet i anàlegs de llet (pg/g)

Congènere	Ous de gallina	Llet sencera	Llet semi-desnatada	Llet de soja	Llet de civada
DL-PCB					
PCB 81	0,054	<0,019	<0,026	<0,016	<0,017
PCB 77	0,412	0,075	0,083	0,203	0,202
PCB 123	0,183	0,091	0,034	<0,019	<0,022
PCB 118	8,646	4,251	1,433	0,291	0,166
PCB 114	0,223	0,108	0,037	<0,017	<0,020
PCB 105	4,140	1,100	0,385	0,103	0,058
PCB 126	0,062	0,063	0,028	<0,019	<0,020
PCB 167	0,443	0,261	0,090	0,014	<0,014
PCB 156	1,007	0,512	0,174	0,024	0,016
PCB 157	0,222	0,115	0,043	<0,010	<0,013
PCB 169	0,094	<0,013	<0,018	<0,015	<0,017
PCB 189	0,102	0,061	0,026	<0,010	<0,011
TOTAL DL-PCB (pg OMS-TEQ/g)	0,010	0,007	0,003	0,001	0,001
NDL-PCB					
PCB 28	0,01	0,0007	0,0007	0,0005	0,001
PCB 52	0,007	0,002	0,002	0,0008	0,001
PCB 101	0,003	0,001	<0,0009	0,0007	0,001
PCB 153	0,01	0,01	0,008	0,0007	0,0008
PCB 138	0,02	0,01	0,007	0,0006	0,0009
PCB 180	0,007	0,006	0,004	0,0003	0,0005
TOTAL NDL-PCB (ng/g)	0,057	0,033	0,021	0,004	0,006

Taula A4.5. Concentració de DL-PCB i NDL-PCB en derivats lactis (pg/g)

Congènere	Iogurt natural	Iogurt de gustos	Flam i natilles	Formatge fresc	Formatge a talls	Formatge semicurat
DL-PCB						
PCB 81	<0,070	<0,135	0,023	0,051	0,091	0,059
PCB 77	0,119	<0,140	0,117	0,201	0,286	0,188
PCB 123	0,097	<0,079	0,071	0,353	0,523	0,355
PCB 118	5,766	3,096	3,536	22,300	27,933	24,003
PCB 114	0,146	0,093	0,100	0,511	0,606	0,599
PCB 105	1,512	0,809	1,085	5,937	6,644	7,157
PCB 126	0,068	<0,120	0,039	0,259	0,374	0,433
PCB 167	0,348	0,200	0,205	1,291	1,610	1,816
PCB 156	0,686	0,392	0,416	2,689	3,151	4,141
PCB 157	0,133	0,079	0,086	0,535	0,668	0,770
PCB 169	<0,036	<0,105	<0,015	0,048	0,072	0,077
PCB 189	0,076	<0,062	0,051	0,303	0,347	0,614
TOTAL DL-PCB (pg OMS-TEQ/g)	0,008	0,008	0,004	0,028	0,041	0,047
NDL-PCB						
PCB 28	0,006	0,006	0,006	0,007	0,008	0,006
PCB 52	0,01	0,01	0,008	0,008	0,01	0,003
PCB 101	0,004	0,005	0,003	0,003	0,004	0,003
PCB 153	0,02	0,01	0,009	0,06	0,06	0,10
PCB 138	0,01	0,009	0,008	0,05	0,06	0,07
PCB 180	0,008	0,006	0,005	0,03	0,03	0,07
TOTAL NDL-PCB (ng/g)	0,061	0,051	0,039	0,154	0,174	0,254

Taula A4.6. Concentració de DL-PCB i NDL-PCB en verdures i tubercles (pg/g)

Congènere	Enciam	Tomàquet	Carbassó	Mongeta verda	Ceba	Porro	Pastanaga	Patata
DL-PCB								
PCB 81	0,014	<0,019	0,128	<0,023	<0,014	<0,006	<0,007	<0,009
PCB 77	0,033	0,075	0,213	0,051	0,015	0,013	0,018	0,011
PCB 123	<0,011	<0,019	0,136	<0,029	<0,012	<0,005	<0,012	<0,008
PCB 118	0,429	0,443	2,370	0,264	0,186	0,140	0,264	0,117
PCB 114	<0,011	<0,018	0,081	<0,028	<0,012	<0,005	<0,010	<0,007
PCB 105	0,199	0,156	1,465	0,099	0,067	0,049	0,094	0,040
PCB 126	<0,009	<0,018	0,059	<0,031	<0,015	<0,006	<0,008	<0,009
PCB 167	0,029	0,024	0,292	<0,018	<0,011	0,008	0,010	<0,006
PCB 156	0,060	0,057	0,595	0,030	0,014	0,017	0,022	0,011
PCB 157	0,010	<0,011	0,095	<0,018	<0,011	<0,005	<0,006	<0,007
PCB 169	<0,006	<0,018	<0,014	<0,027	<0,013	<0,006	<0,007	<0,010
PCB 189	0,007	0,009	0,035	<0,0013	<0,007	<0,003	<0,004	<0,005
TOTAL DL-PCB (pg OMS-TE-Q/g)	0,001	0,001	0,006	0,002	0,001	0,000	0,001	0,001
NDL-PCB								
PCB 28	0,002	0,003	0,002	0,002	0,001	0,002	0,002	0,001
PCB 52	0,004	0,005	0,006	0,005	0,003	0,004	0,004	0,002
PCB 101	0,006	0,005	0,01	0,008	0,003	0,006	0,003	0,002
PCB 153	0,005	0,004	0,01	0,005	0,002	0,003	0,002	0,002
PCB 138	0,004	0,004	0,02	0,005	0,002	0,003	0,002	0,002
PCB 180	0,002	<0,002	0,007	<0,002	<0,002	<0,002	0,0005	0,0005
TOTAL NDL-PCB (ng/g)	0,023	0,022	0,055	0,027	0,012	0,018	0,013	0,009

Taula A4.7. Concentració de DL-PCB i NDL-PCB en fruites (pg/g)

Congènere	Poma	Taronja	Pera	Plàtan	Mandarina
DL-PCB					
PCB 81	<0,011	<0,036	<0,043	<0,013	<0,025
PCB 77	<0,012	<0,039	<0,049	0,016	<0,027
PCB 123	<0,010	<0,030	<0,037	<0,016	<0,027
PCB 118	0,108	0,147	0,123	0,230	0,252
PCB 114	<0,009	<0,032	<0,038	<0,014	<0,025
PCB 105	0,036	0,056	0,045	0,090	0,097
PCB 126	<0,010	<0,039	<0,036	<0,011	<0,033
PCB 167	<0,006	<0,024	<0,026	<0,008	<0,017
PCB 156	0,011	<0,027	<0,027	0,015	<0,023
PCB 157	<0,007	<0,025	<0,027	<0,007	<0,019
PCB 169	<0,010	<0,074	<0,035	<0,010	<0,025
PCB 189	<0,006	<0,014	<0,019	<0,006	<0,013
TOTAL DL-PCB (pg OMS-TEQ/g)	0,001	0,003	0,002	0,001	0,002
NDL-PCB					
PCB 28	0,002	0,001	0,001	<0,002	<0,002
PCB 52	0,002	0,003	0,002	<0,003	0,003
PCB 101	0,003	0,004	0,003	<0,005	0,006
PCB 153	0,002	0,003	0,003	<0,004	0,005
PCB 138	0,002	0,003	0,003	<0,005	0,004
PCB 180	0,0007	0,0009	0,0009	<0,006	<0,008
TOTAL NDL-PCB (ng/g)	0,012	0,015	0,012	0,013	0,023

Taula A4.8. Concentració de DL-PCB i NDL-PCB en pa i cereals i llegums (pg/g)

Congènere	Pa blanc	Pa de motlle	Arròs	Pasta alimentària
DL-PCB				
PCB 81	<0,027	0,039	<0,037	<0,036
PCB 77	0,076	0,202	0,134	0,136
PCB 123	<0,035	<0,023	<0,036	<0,038
PCB 118	0,899	1,035	0,310	0,486
PCB 114	<0,033	0,030	<0,032	<0,034
PCB 105	0,297	0,365	0,116	0,153
PCB 126	<0,022	<0,027	<0,029	<0,032
PCB 167	0,026	0,030	<0,022	0,027
PCB 156	0,063	0,072	0,026	0,051
PCB 157	<0,016	0,019	<0,021	<0,023
PCB 169	<0,020	<0,025	<0,037	<0,027
PCB 189	<0,011	<0,014	<0,015	<0,016
TOTAL DL-PCB (pg OMS-TEQ/g)	0,001	0,002	0,002	0,002
NDL-PCB				
PCB 28	0,003	0,009	<0,002	0,001
PCB 52	0,008	0,02	<0,003	0,002
PCB 101	0,01	0,01	<0,004	<0,003
PCB 153	0,007	0,008	<0,004	<0,003
PCB 138	0,006	0,006	<0,004	<0,003
PCB 180	0,002	<0,004	<0,006	<0,004
TOTAL NDL-PCB (ng/g)	0,036	0,054	0,011	0,011

Taula A4.9. Concentració de DL-PCB i NDL-PCB en olis i greixos (pg/g)

Congènere	Oli d'oliva	Oli de gira-sol	Salsa de tomàquet	Cacau soluble
DL-PCB				
PCB 81	<0,252	0,247	<0,024	0,042
PCB 77	0,722	0,568	0,058	2,03
PCB 123	<0,213	0,265	<0,017	0,015
PCB 118	5,697	19,312	0,409	2,175
PCB 114	<0,199	0,540	<0,016	0,061
PCB 105	2,163	9,171	0,176	0,803
PCB 126	<0,215	<0,186	<0,019	0,009
PCB 167	0,344	0,737	0,025	0,083
PCB 156	0,647	2,267	0,046	0,19
PCB 157	<0,165	0,485	<0,012	0,029
PCB 169	<0,256	<0,136	<0,016	<0,007
PCB 189	0,170	0,124	0,009	0,016
TOTAL DL-PCB (pg OMS-TEQ/g)	0,015	0,012	0,001	0,001
NDL-PCB				
PCB 28	0,008	<0,005	<0,003	0,008
PCB 52	0,008	0,007	0,006	0,009
PCB 101	0,009	0,01	<0,006	0,01
PCB 153	0,01	0,01	<0,004	0,008
PCB 138	0,02	0,02	<0,005	0,009
PCB 180	0,01	<0,009	<0,006	<0,003
TOTAL NDL-PCB (ng/g)	0,065	0,060	0,019	0,046

Taula A4.10. Concentració de DL-PCB i NDL-PCB en brioixeria (pg/g)

Congènere	Cereals d'esmorzar	Pa de llet	Galetes Maria	Magdalenes	Coc	Galetes de xocolata	Croissant
DL-PCB							
PCB 81	0,025	0,037	<0,059	0,087	<0,112	0,103	<0,038
PCB 77	0,174	0,237	0,180	0,299	0,263	0,402	0,153
PCB 123	<0,015	0,031	<0,056	<0,060	<0,102	0,073	0,109
PCB 118	0,976	3,843	1,112	8,231	5,510	5,787	6,589
PCB 114	0,026	0,095	<0,052	0,228	0,153	0,132	0,163
PCB 105	0,322	1,078	0,349	3,891	2,439	1,848	1,653
PCB 126	<0,015	0,031	<0,044	<0,059	<0,039	0,053	0,067
PCB 167	0,032	0,200	0,038	0,347	0,214	0,331	0,455
PCB 156	0,066	0,397	0,086	1,010	0,602	0,731	1,022
PCB 157	0,013	0,091	<0,028	0,217	0,129	0,141	0,241
PCB 169	<0,011	<0,014	<0,040	<0,037	<0,028	<0,025	<0,028
PCB 189	0,007	0,042	<0,024	0,078	0,046	0,080	0,100
TOTAL DL-PCB (pg OMS-TEQ/g)	0,001	0,004	0,003	0,004	0,003	0,006	0,007
NDL-PCB							
PCB 28	0,01	0,01	0,009	0,009	0,01	0,01	<0,002
PCB 52	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	<0,003
PCB 101	0,005	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	<0,004
PCB 153	0,003	0,01	0,006	0,01	0,01	0,01	<0,003
PCB 138	0,003	0,01	0,007	0,01	0,01	0,01	<0,003
PCB 180	<0,002	0,005	<0,003	0,004	0,005	0,005	<0,004
TOTAL NDL-PCB (ng/g)	0,033	0,064	0,056	0,067	0,072	0,072	0,009

Taula A4.11. Concentració de DL-PCB i NDL-PCB en aliments infantils (pg/g)

Congènere	Llet de continuació	Farinetes de cereals	Potet de pollastre	Potet de fruita	Potet de vedella	Potet de peix
DL-PCB						
PCB 81	<0,022	<0,033	<0,018	<0,021	0,014	0,064
PCB 77	0,122	0,055	0,048	0,032	0,052	0,193
PCB 123	0,025	<0,037	0,020	<0,020	0,018	0,100
PCB 118	0,828	0,435	0,564	0,362	1,940	10,408
PCB 114	0,019	<0,034	0,015	<0,020	0,049	0,178
PCB 105	0,284	0,141	0,186	0,117	0,476	2,978
PCB 126	<0,018	<0,023	<0,016	<0,020	0,014	0,109
PCB 167	0,068	<0,18	0,033	0,022	0,100	0,882
PCB 156	0,102	0,040	0,067	0,030	0,193	1,261
PCB 157	0,021	<0,018	0,015	<0,013	0,043	0,363
PCB 169	<0,014	<0,072	<0,011	<0,017	0,005	<0,033
PCB 189	0,017	<0,011	<0,009	<0,010	0,027	0,181
TOTAL DL-PCB (pg OMS-TEQ/g)	0,001	0,002	0,001	0,001	0,002	0,012
NDL-PCB						
PCB 28	0,002	<0,004	<0,003	<0,002	0,003	0,003
PCB 52	0,004	0,005	<0,004	<0,003	0,004	0,008
PCB 101	0,005	<0,007	<0,006	<0,004	0,005	0,01
PCB 153	0,006	<0,005	<0,005	<0,003	0,006	0,05
PCB 138	0,007	0,006	<0,005	<0,004	0,005	0,04
PCB 180	0,003	<0,007	<0,005	<0,003	0,005	0,01
TOTAL NDL-PCB (ng/g)	0,027	0,023	0,015	0,010	0,017	0,125