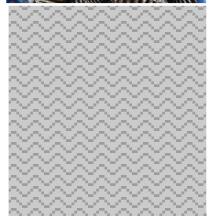


2016



Exposició a dioxines,
furans i bifenils
policlorats pel consum
de peix i marisc a
Catalunya: Avaluació
del risc per als
consumidors.



Generalitat de Catalunya
Departament de Salut



Exposició a dioxines i PCB pel consum de peix a Catalunya 2012.

Aquesta publicació s'ha elaborat a partir de l'estudi dirigit pels professors Josep L. Domingo Roig, de la Universitat Rovira i Virgili, i Joan M. Llobet Mallafré, de la Universitat de Barcelona, fruit del conveni de col·laboració entre el Departament de Salut i la Universitat Rovira i Virgili per a la investigació de la ingesta dietètica de contaminants químics en la població de Catalunya.

Direcció:

Alfons Vilarrasa i Cagigós

Agència Catalana de Seguretat Alimentària

Autors:

Victòria Castell Garralda, Emilio Vicente Tascón

Agència Catalana de Seguretat Alimentària

Martí Nadal Lomas, Gemma Perelló Berenguer

Laboratori de Toxicologia i Salut Mediambiental, TECN_ATOX

Universitat Rovira i Virgili de Tarragona

Joan M. Llobet Mallafré

Grup de Recerca en Toxicologia. GRET-CERETOX (INSA UB)

Universitat de Barcelona. Parc Científic de Barcelona

Han col·laborat:

Isabel Timoner Alonso, Anna Palou Soler, Alfons Vázquez Obiols, José Vicente Fernández García, Paqui Morales

Agència Catalana de Seguretat Alimentària

Disseny: Alexander Reichardt, Uli Hake

© 2016, Generalitat de Catalunya. Departament de Salut.



Els continguts d'aquesta obra estan subjectes a una llicència de Reconeixement-NoComercial-SenseObresDerivades 3.0 de Creative Commons. La llicència es pot consultar a:
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/es/>

Edita:

Agència de Salut Pública de Catalunya

1a edició:

Barcelona, març 2016

URL:

Índex

1	Introducció.....	6
2	Objectius	7
3	Material i mètodes	8
4	Dioxines i furans.....	16
5	Bifenils policlorats	22
6	Policlorodibenzodioxines, policlorodibenzofurans i bifenils policlorats similar a les dioxines ...	31
7	Conclusions	37
8	Bibliografia	38

1 Introducció

L'any 2000, el Departament de Salut va endegar el primer estudi de dieta total a Catalunya per estimar la ingesta de diversos contaminants químics per la població catalana i avaluar-ne el risc potencial per a la salut. En l'avaluació dels resultats, es va detectar que peix i marisc són el grup d'aliments que contribueix de manera més significativa a la ingesta dietètica de contaminants.

Atesa la gran varietat de peix i marisc consumits per la població, es va considerar important caracteritzar amb més precisió la ingesta de contaminants derivada d'aquest consum. Tenint en compte aquestes qüestions, l'Agència Catalana de Seguretat Alimentària, el Laboratori de Toxicologia i Salut Mediambiental de la Universitat Rovira i Virgili i el Grup de Recerca en Toxicologia-Centre de Recerca en Toxicologia (GRET-CERETOX) de la Universitat de Barcelona es van plantejar l'objectiu d'ampliar el coneixement sobre la contribució del peix i el marisc en l'exposició alimentària de la població de Catalunya. Així doncs, el 2005 es va elaborar un estudi específic d'aquest grup d'aliments, en el qual es va avaluar la ingesta de contaminants químics analitzant les catorze espècies de peix i marisc més consumides per la població.

Els estudis de dieta total tenen la seva raó de ser en un seguiment de la realitat canviant. Atès això, els anys 2005 i 2008 es van fer un segon i un tercer estudi, respectivament. El 2012 es va iniciar la quarta fase de l'estudi de dieta total, amb l'objectiu de conèixer l'evolució temporal de la ingesta diària de contaminants químics a través dels aliments de la població de Catalunya. La primera part de l'estudi va consistir en l'avaluació de la ingesta que fa la població d'alguns elements tòxics (arsènic, cadmi, mercuri i plom) i espècies (arsènic inorgànic i metilmercuri) i l'avaluació dels riscos per a la salut de l'exposició dietètica.

En aquesta quarta fase de l'estudi, s'ha reprès l'estudi de seguiment amb la determinació analítica de les concentracions de dibenzodioxines policlorades (PCDD) i dibenzofurans policlorats (PCDF) i bifenils policlorats (PCB) en espècies de peix i marisc àmpliament consumides per la població de Catalunya, atès que són el grup d'aliments que més n'aporten a la ingesta total. Les dades s'han utilitzat per avaluar-ne novament la ingesta i establir possibles tendències temporals en els riscos per a la salut d'aquesta ingesta.

2 Objectius

L'objectiu general d'aquest estudi ha estat estimar la ingesta dietètica de PCDD/PCDF i PCB de la població de Catalunya a través del consum de peix i marisc. A més, se n'han avaluat els riscos per a la salut.

Per tal d'assolir aquest objectiu general, s'han establert els següents objectius específics:

- Analitzar les concentracions actuals (2012) de PCDD/PCDF i PCB en les setze espècies de peix i marisc més consumides a Catalunya.
- Comparar els nivells amb dades d'estudis anteriors (2000, 2005 i 2008), establint les variacions temporals observades per cadascun dels contaminants.
- Conèixer el nivell actual d'exposició de la població catalana als contaminants estudiats a través del consum de peix i marisc.
- Avaluar la variació en el temps de l'exposició dietètica a aquests contaminants, servint d'alarma preventiva en cas necessari.
- Comparar els nivells d'exposició de la població de Catalunya amb els obtinguts en estudis fets en altres països.
- Avaluar el risc que representa l'exposició actual per comparació amb els valors establerts de seguretat toxicològica.

3 Material i mètodes

3.1 Tipus d'estudi

Aquest estudi parteix del disseny de les edicions precedents, seguint així les directrius marcades per l'Organització Mundial de la Salut (OMS, 1985).

Per executar-lo, s'utilitza una tècnica mixta que, basant-se en les característiques dels aliments individuals, incorpora aspectes dels estudis sobre cistell de la compra i analitza mostres compostes (*composites*) formades 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 analitzar-se en aquest quart estudi de dieta total han estat:

- 17 congèneres de PCDD/PCDF.
- 18 PCB, diferenciant els bifenils policlorats similars a les dioxines (DL-PCB) dels PCB no similars a les dioxines (NDL-PCB).

3.3 Selecció d'aliments

La selecció de les espècies de peix i marisc s'ha basat en la dels estudis anteriors, tenint en compte les dades de consum de la població obtingudes a l'*Enquesta sobre l'estat nutricional de la població catalana i avaluació dels hàbits alimentaris 2002-2003* (ENCAT, 2003).

Les setze espècies de peix i marisc estudiades es detallen a la taula 1.

Taula 1. Selecció d'espècies de peix i marisc estudiades

Sardina	Salmó
Sardina en llauna	Lluç
Tonyina	Moll
Tonyina en llauna	Llenguado
Seitó	Sípia
Verat	Calamar
Emperador	Cloïssa
Musclo	Gamba

3.4 Presa de mostra i preparació

Anàlogament a l'estudi anterior, la presa de mostres es va fer en dotze 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 caràcter clarament urbà.

Les poblacions agrupades per àmbits territorials són les següents:

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

El juliol de 2012 es van adquirir mostres individuals de cada aliment. En cada localitat de compra, es va distribuir aquesta mostra en un mínim de quatre establiments de diferent mida (mercat, botiga, supermercat petit, supermercat gran, gran superfície), per tal de diversificar al màxim l'origen de l'aliment adquirit i de fer el mostreig al més representatiu possible de cara a tots els tipus de compradors. Les mostres que ho requerien es van transportar sempre refrigerades.

La preparació de les mostres compostes es va fer seguint la mateixa metodologia que en l'estudi anterior (directrius de l'OMS):

- Una mostra composta "composite" es va formar amb r 24 mostres individuals adquirides independentment.
- Netejar i separar les parts comestibles, crues, de les mostres individuals, amb les quals es prepara una mostra composta.
- 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.
- Triturar i homogeneïtzar les mostres utilitzant robots de cuina, tenint cura de tipus analític en la neteja entre mostres per evitar la contaminació encreuada. Es van

barrejar i triturar porcions iguals en pes de les parts comestibles fins a obtenir una pasta o farina homogènia.

- Formar dues mostres compostes per espècie i conservar-les amb material d'envàs adequat per a la congelació fins al moment de l'anàlisi.

En total es van processar 768 mostres individuals de peix i marisc.

3.5 Procediment analític

L'anàlisi del contingut de PCDD/PCDF i PCB en cadascuna de les mostres compostes es va dur a terme al Laboratori Mediambiental de l'Institut Químic de Sarrià, a Barcelona.

3.5.1 Materials

El sílice 60 (malla de 70-230) i el sulfat de sodi es van adquirir a Merck (Darmstadt, Alemanya), mentre que els dissolvents orgànics (hexà, diclorometà i toluè) van ser subministrats per Baker (Deventer, Països Baixos). L'àcid sulfúric va ser adquirit a Scharlau (Barcelona, Espanya), mentre que l'hidròxid de sodi i el nitrat de plata van ser subministrats per Panreac (Barcelona, Espanya).

Es van obtenir microcolumnes de carboni Supelclean Envi-Carb de Supelco (Bellefonte, PA, EUA). Es van utilitzar estàndards de PCDD/PCDF i DL-PCB (PCB 81, PCB 77, PCB 123, PCB 118, PCB 114, PCB 105, PCB 126, PCB 167, PCB 156, PCB 157, PCB 169 i PCB 189) i NDL-PCB (PCB 28, PCB 52, PCB 101, PCB 153, PCB 138 i PCB 180) marcats amb $^{13}\text{C}_{12}$ dels Laboratoris Wellington (Ontario, Canadà).

3.5.2 Pretractament

Prèviament a l'anàlisi de PCDD/PCDF i DL-PCB, es va pesar una alíquota de 90 g de mostra i s'hi van afegir estàndards d'extracció marcats amb $^{13}\text{C}_{12}$.

La mostra es va extreure amb hexà: diclorometà (50:50) durant 24 h mitjançant Soxhlet. Posteriorment, l'extracte es va sotmetre a un procediment de neteja amb una columna de sílice multicapa seguit de microcolumnes de carbó de grafit. Es van obtenir dues fraccions: una per a les PCDD/PCDF i l'altra per als DL-PCB.

La fracció de DL-PCB es va concentrar i es va injectar en un cromatògraf de líquids d'alta pressió (HPLC) equipat amb una columna per separar els DL-PCB de la resta de PCB. L'anàlisi de les fraccions de PCDD, PCDF i DL-PCB es va fer per cromatografia de gasos d'alta resolució (HRGC) acoblada a espectrometria de masses d'alta resolució (HRMS).

Amb anterioritat a l'anàlisi de NDL-PCB, es va pesar una alíquota de 5 g de mostra i s'hi van afegir estàndards d'extracció marcats amb $^{13}\text{C}_{12}$.

La mostra es va extreure amb hexà: acetona (41:59) durant 3 h en un aparell Soxhlet. Posteriorment, l'extracte es va sotmetre a neteja multicapa amb columna de sílice i es va concentrar. L'anàlisi també es va fer per mitjà d'un HRGC-HRMS.

3.5.3 Determinació analítica

Les mostres es van analitzar en un cromatògraf de gasos 7890N (Agilent, Santa Clara, CA, EUA), acoblat a un espectròmetre de masses d'alta resolució Autospec Premier (Micromass-Waters, Manchester, Regne Unit). Es va treballar en mode d'ionització per impacte electrònic aplicant una resolució de >10,000.

Per a l'anàlisi de PCDD i PCDF, les mostres es van injectar (2 µL) en mode *splitless* (1 min) a l'injector a 280 °C. El cromatògraf estava equipat amb una columna RTX-5MS (60 m × 0,25 mm de diàmetre intern, 0,25 µm) de Restek (Bellefonte, PA, EUA). El gas portador utilitzat va ser heli a 250 kPa de pressió constant. El programa de temperatura emprat va ser de 150 °C (durant 1 min), amb un augment progressiu de 30 °C min⁻¹ fins a 200 °C, de 3 °C min⁻¹ fins a 235 °C (durant 10 min), i de 6 °C min⁻¹ fins a 300 °C (durant 17 min).

El procediment analític per a l'anàlisi de DL-PCB i NDL-PCB es va basar en el mètode 1613 de l'Agència de Protecció Ambiental dels Estats Units (EPA, 1994). Es va injectar 1 µl de mostra en mode *splitless* (3 min) a l'injector, a una temperatura 250 °C. Es va utilitzar una columna RTX-5MS (60 m × 0,25 mm de diàmetre intern, 0,25 µm) de Restek (Bellefonte, PA, EUA). El gas portador també va ser heli a 250 kPa de pressió constant kPa. El programa de temperatura es va iniciar a 120 °C, on va romandre durant 3 minuts, va augmentar de 20 °C min⁻¹ a 180 °C, i es va incrementar novament a 2 °C min⁻¹ fins a 270 °C (durant 19 min). Es va fer una nova anàlisi en una columna HT-8 de SGE (Melbourne, Austràlia) per evitar possibles interferències entre congèneres.

Es van supervisar les masses [M]⁺ i [M + 2]⁺ per tetraclorobifenil i pentaclorobifenil (PCB, i les masses [M + 2]⁺ i [M + 4]⁺ per hexaclorobifenil i heptaclorobifenil. Les mostres es van quantificar per dilució isotòpica, amb l'ús de ¹³C₁₂ per a PCDD/PCDF, DL-PCB i NDL-PCB com a estàndards interns.

Les concentracions de PCDD/PCDF i DL-PCB també es van expressar com a concentracions de TEQ, que es van calcular per cada mostra multiplicant les concentracions de congèneres individuals quantificats pel factor d'equivalència tòxica corresponent (TEF) (Taules 2 i 3). El TEF utilitzats van ser els establerts per l'Organització Mundial de la Salut (OMS) el 2005.

Taula 2. Factors d'equivalència tòxica (TEF) per les PCDD/Fs.

Congènere	TEF 2005
2,3,7,8-TCDD	1
1,2,3,7,8-PeCDD	1
1,2,3,4,7,8-HxCDD	0.1
1,2,3,6,7,8-HxCDD	0.1
1,2,3,7,8,9-HxCDD	0.1
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	0.01
OCDD	0.0003
2,3,7,8-TCDF	0.1
1,2,3,7,8-PeCDF	0.03
2,3,4,7,8-PeCDF	0.3
1,2,3,4,7,8-HxCDF	0.1
1,2,3,6,7,8-HxCDF	0.1
1,2,3,7,8,9-HxCDF	0.1
2,3,4,6,7,8-HxCDF	0.1
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	0.01
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	0.01
OCDF	0.0003

Taula 3. Factors d'equivalència tòxica per als DL-PCB

Congènere	FET
PCB #77	0,0001
PCB #81	0,0003
PCB #105	0,00003
PCB #114	0,00003
PCB #118	0,00003
PCB #123	0,00003
PCB #126	0,1
PCB #156	0,00003
PCB #157	0,00003
PCB #167	0,00003
PCB #169	0,03
PCB #189	0,00003

3.5.4 Control de qualitat

Abans d'iniciar l'estudi, es va validar degudament el mètode analític. La incertesa expandida per la suma de PCDD/PCDF i DL-PCB va ser del 13%, mentre que la corresponent a la suma de NDL-PCB, del 17%.

Per cada mostra, el temps de retenció i les relacions d'intensitat dels ions controlats es van utilitzar com a criteris d'identificació. Es va considerar acceptable una desviació de les relacions d'intensitat d'ions dins del 20% sobre els valors teòrics.

Es va quantificar la recuperació dels estàndards marcats amb $^{13}\text{C}_{12}$, i es van assolir percentatges d'entre el 60 i el 110%.

Els límits de detecció es van determinar per cada compost en cada mostra, com la concentració resultant de 3 vegades la desviació del blanc. Els blancs analítics van seguir el mateix procediment analític però sense mostra, i la majoria dels congèneres no es van detectar o estaven per sota del límit de detecció. A més, el funcionament del mètode es va avaluar a través de la participació, amb èxit, en estudis de laboratoris elaborats per l'Institut de Salut Pública de Noruega.

3.6 Grups de població estudiats

Seguint les condicions marcades en els estudis anteriors, i d'acord amb les directrius de l'OMS (1985), es van estudiar els mateixos grups d'edat que en estudis precedents. Aquests grups reflecteixen, del conjunt de la població, aquells que es consideren persones estàndard.

En l'estudi actual, es desglossen tots dos sexes en tots els grups d'edat perquè s'adeqüin a l'estructura de les dades de l'*Enquesta sobre l'estat nutricional de la població catalana i avaluació dels hàbits alimentaris 2002-2003* (ENCAT, 2003), en la qual s'observen algunes diferències de consum d'aliments segons el sexe. A la taula 4 es presenten els grups de població estudiats i el pes corporal assumit per a cadascun.

Taula 4. Grups de població, intervals d'edat i pes

Grup	Edat (anys)	Pes corporal (kg)
Infants	De 4 a 9	24
Nois adolescents	De 10 a 19	56
Noies adolescents	De 10 a 19	53
Homes	De 20 a 65	70
Dones	De 20 a 65	55
Homes més grans de 65 anys	De 65 a 80	65
Dones més grans de 65 anys	De 65 a 80	60

3.7 Dades de consum diari d'aliments

En aquest estudi es van utilitzar les dades de l'*Enquesta sobre l'estat nutricional de la població catalana i avaluació dels hàbits alimentaris 2002-2003* (ENCAT 2002-2003). Pel que fa a les dades d'infants de 6 a 9 anys —grup que no es preveu en l'estudi ENCAT— es va partir de les de l'estudi Enkid (1998-2000).

La taula 5 presenta el consum de cadascuna de les espècies de peix i marisc consumides segons el grup de població adulta. En el cas dels infants, es va considerar un consum mitjà de 34,3 g/dia.

Taula 5. Consum (en g/dia) de diferents espècies de peix i marisc a Catalunya en funció del grup de població (ENCAT)

Aliments	Homes			Dones		
	10-19 anys	20-65 anys	65-80 anys	10-19 anys	20-65 anys	65-80 anys
Sardina	0,99	2,92	2,60	2,08	2,69	4,70
Sardina en llauna	0,05	0,86	0,90	0,08	0,29	0,64
Tonyina	0,71	1,62	1,07	2,52	1,45	0,52
Tonyina en llauna	6,93	8,51	3,84	8,30	7,04	2,65
Seitó	2,29	2,05	3,43	1,04	1,89	1,21
Verat	0,35	1,13	0,50	0,32	1,27	2,86
Emperador	0,04	0,06	0,06	0,04	0,06	0,05
Salmó	3,30	1,80	2,23	1,00	3,00	1,14
Lluç	8,39	15,8	23,3	11,2	14,6	14,6
Moll	0,22	0,33	0,36	0,22	0,32	0,27
Llenguado	6,22	5,48	3,65	3,72	5,62	5,17
Sípia	2,41	4,46	5,95	1,04	2,75	1,86
Calamar	1,88	3,17	3,18	5,18	3,17	0,77
Cloïssa	0,18	0,27	0,20	0,04	0,64	0,24
Musclo	1,26	0,97	2,06	0,00	1,84	0,67
Gamba	3,24	3,53	2,68	3,00	3,85	1,68
Total peix i marisc estudi	38,5	52,9	56,0	39,7	50,5	39,0
Total peix i marisc considerat^a	45,1	67,5	73,3	45,4	65,0	55,7

^aTenint en compte la resta d'espècies de peix i marisc consumides per la població però no analitzades experimentalment.

3.8 Estimació de la ingesta diària d'un contaminant

La ingesta d'un contaminant a través del consum d'aliments es pot calcular multiplicant la concentració del contaminant en cada aliment individual per la quantitat diària ingerida d'aquest aliment, i sumant tots els productes obtinguts.

Ingesta diària = Σ (concentració del contaminant \times quantitat d'aliment ingerit)

O bé, expressat per unitat de pes corporal:

Ingesta diària = Σ (concentració del contaminant \times quantitat d'aliment) / pes corporal

3.9 Estimació de resultats inferiors al límit de detecció

En el tractament de resultats, en els casos en què un congènere determinat presentava una concentració per sota del límit de detecció (LOD), s'ha assumit que *concentració* era una meitat del LOD (ND = $\frac{1}{2}$ 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, es van comparar els valors d'ingesta amb els nivells de seguretat establerts o recomanats.

3.11 Evolució temporal

Es va fer un estudi temporal de l'exposició dietètica dels PCDD/PCDF i PCB estudiats, avaluant la tendència observada en els quatre períodes de temps. Cal tenir en compte que les dades de l'estudi del 2000 són difícils de comparar amb les dels tres darrers estudis per diversos motius. Un n'és la variació en les dades de consum alimentari emprades entre el primer (Capdevila *et al.*, 2003) i els estudis subsegüents (ENCAT, 2003). D'altra banda, en l'anàlisi experimental es van afegir noves espècies de peix i marisc no considerades anteriorment.

4 Dioxines i furans

4.1 Resultats de les anàlisis d'aliments

A la taula 6 es presenten les concentracions dels disset congèneres de PCDD/PCDF analitzats en cada espècie de peix i marisc, així com els nivells totals, expressats en EQT-OMS.

La concentració mitjana de PCDD/PCDF més elevada es va detectar en les mostres de sardina, moll i verat (0,249, 0,231 i 0,207 pg EQT-OMS/g de pes fresc, respectivament). Per contra, les espècies de peix i marisc que han presentat valors més baixos han estat la tonyina en llauna (0,016 pg EQT-OMS/g de pes fresc) i la sípia i el calamar (0,025 pg EQT-OMS/g de pes fresc, en tots dos casos).

Taula 6. Concentració mitjana de PCDD/PCDF (en pg/g de pes fresc) en diferents espècies de peix i marisc d'ampliconsum a Catalunya.

Nom del congènere	Sardina	Sardina en llauna	Tonyina	Tonyina en llauna	Seitó	Verat	Emperador	Salmó	Lluç	Moll	Llenguado	Sípia	Calamar	Cloïssa	Musclo	Gamba
2,3,7,8-TCDD	0,028	0,016	0,005	<0,004	0,013	0,026	0,007	0,014	0,005	0,054	0,013	<0,004	<0,004	0,006	0,012	<0,004
1,2,3,7,8-PeCDD	0,065	0,043	0,011	<0,004	0,023	0,038	0,027	0,030	0,010	0,068	0,020	0,012	0,007	<0,003	0,015	0,015
1,2,3,4,7,8-HxCDD	0,012	0,009	<0,002	<0,003	0,004	0,005	0,007	0,004	<0,002	0,007	0,008	<0,003	<0,003	<0,002	0,007	0,009
1,2,3,6,7,8-HxCDD	0,035	0,018	0,006	<0,003	0,023	0,013	0,024	0,012	0,010	0,039	0,023	0,005	0,004	0,009	0,018	0,024
1,2,3,7,8,9-HxCDD	0,013	0,010	<0,002	<0,003	0,005	0,004	0,006	0,005	0,004	0,007	0,004	<0,003	<0,003	0,009	0,017	0,026
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	0,034	0,030	0,004	0,016	0,023	0,009	0,008	0,009	0,011	0,030	0,021	0,006	0,007	0,053	0,142	0,108
OCDD	0,063	0,125	0,025	0,100	0,047	0,037	0,023	0,024	0,032	0,095	0,030	0,017	0,044	0,576	0,951	0,418
2,3,7,8-TCDF	0,486	0,258	0,073	0,026	0,127	0,783	0,128	0,335	0,055	0,253	0,099	0,028	0,045	0,205	0,511	0,081
1,2,3,7,8-PeCDF	0,089	0,048	0,016	0,006	0,039	0,037	0,040	0,036	0,017	0,082	0,015	0,015	0,015	0,017	0,032	0,023
2,3,4,7,8-PeCDF	0,294	0,163	0,050	0,008	0,104	0,186	0,077	0,106	0,019	0,209	0,029	0,011	0,019	0,033	0,088	0,032
1,2,3,4,7,8-HxCDF	0,032	0,022	0,005	0,009	0,017	0,009	0,009	0,013	0,011	0,039	0,005	0,006	0,009	0,020	0,014	0,031
1,2,3,6,7,8-HxCDF	0,024	0,014	0,005	0,004	0,013	0,009	0,010	0,009	0,008	0,041	0,005	<0,003	<0,004	0,006	0,008	0,013
2,3,4,6,7,8-HxCDF	0,036	0,018	0,004	<0,003	0,020	0,027	0,012	0,010	0,007	0,030	<0,002	<0,003	<0,004	0,011	0,016	0,008
1,2,3,7,8,9-HxCDF	<0,006	<0,004	<0,002	<0,004	<0,005	<0,004	<0,003	<0,004	<0,003	0,013	<0,003	<0,004	<0,005	<0,004	<0,004	<0,005
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	0,018	<0,007	0,006	0,008	0,009	0,009	0,004	0,005	0,006	0,027	0,002	0,003	0,004	0,024	0,028	0,021
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	<0,004	<0,012	<0,002	<0,016	<0,003	0,005	<0,003	<0,003	<0,002	0,017	<0,002	<0,002	<0,002	<0,003	<0,003	<0,004
OCDF	0,011	<0,011	0,006	<0,015	0,007	0,009	<0,004	<0,004	0,005	0,047	<0,003	<0,004	<0,004	0,025	0,099	0,017
Total PCDD/PCDF (pg/g)	1,249	0,807	0,224	0,230	0,485	1,209	0,391	0,623	0,204	1,058	0,285	0,128	0,181	1,006	1,965	0,838
Total PCDD/PCDF (pg EQT-OMS/g)	0,249	0,145	0,042	0,016	0,091	0,207	0,079	0,117	0,031	0,231	0,057	0,025	0,025	0,047	0,115	0,051

4.2. Contribució de peix i marisc a la ingesta de PCDD/PCDF

Per a un home adult, la ingesta a través de peix i marisc es va estimar en 3,91 pg EQT-OMS/dia. La contribució més important a la ingesta correspon a la sardina, amb 0,73 pg EQT-OMS/dia, i al lluç, amb 0,49 pg EQT-OMS/dia.

A la taula 7, es presenta el resum de la ingesta diària de PCDD/PCDF per espècies de peix i marisc.

Taula 7. Ingesta diària de PCDD/F per un home adult per espècies de peix i marisc

	Consum (g/dia)	Ingesta (pg OMS-TEQ/dia)
Sardina	2,9	0,73
Sardina en llauna	0,9	0,12
Tonyina	1,6	0,07
Tonyina en llauna	8,5	0,14
Seitó	2,1	0,19
Verat	1,13	0,23
Emperador	0,06	0,005
Salmó	1,8	0,21
Lluç	15,8	0,49
Moll	0,3	0,08
Llenguado	5,5	0,31
Sípia	4,5	0,11
Calamar	3,2	0,08
Cloïssa	0,3	0,01
Musclo	1,0	0,11
Gamba	3,5	0,18
Total peix i marisc estudiat	52,9	3,06
Total peix i marisc considerat	67,5	3,91

4.3 Ingesta diària estimada per grups de població

A la taula 8 es mostra la ingesta diària estimada de PCDD/PCDF per diferents grups de població, segons edat i sexe. Els grups de les dones i homes de més de 65 anys destaquen amb 4,59 i 4,17 pg OMS-TEQ/dia, respectivament. Per contra, les noies i els nois adolescents són els que van presentar nivells més baixos.

Taula 8. Ingesta diària estimada de PCDD/PCDF per grups de població

Grups de població	pg OMS-TEQ/dia
Homes	3,91
Dones	3,99
Infants	3,28
Nois adolescents	2,52
Noies adolescents	2,17
Homes més grans de 65 anys	4,17
Dones més grans de 65 anys	4,59

4.4 Avaluació del risc

4.4.1 Comparació amb els nivells de seguretat establerts

La ingesta diària estimada de dioxines i furans a través de peix i marisc (taula 9) per a un home adult de 70 kg de pes corporal per consum d'aliments és de 0,06 pg EQT-OMS/kg. Aquest valor es troba molt per sota del que estableix l'OMS com a ingesta diària tolerable per a dioxines i furans i PCB amb efecte dioxina (1-4 pg OMS-TEQ/kg/dia). El valor màxim el presenten els infants, en 0,14 pg OMS-TEQ/kg/dia, valor també molt allunyat del que estableix l'OMS.

Així mateix, si calculem la ingesta setmanal, s'obté un valor màxim de 0,96 pg OMS-TEQ/kg/setmana per al grup d'infants, el qual se situa molt per sota dels 14 pg OMS-TEQ/kg/setmana màxims establerts pel Comitè Mixt FAO/OMS d'Experts en Additius Alimentaris (JECFA) el 2001 d'ingesta setmanal provisional tolerable (ISPT).

La ingesta mensual de PCDD/PCDF se situaria en un interval d'entre 1,2 pg OMS-TEQ/kg/mes, per a les noies adolescents, en 4,2 pg OMS-TEQ/kg/mes, per a la població infantil.

Taula 9. Ingesta diària de PCDD/PCDF relativa al pes corporal

Grups de població	pg OMS-TEQ/kg/dia
Homes	0,06
Dones	0,07
Infants	0,14
Nois adolescents	0,05
Noies adolescents	0,04
Homes més grans de 65 anys	0,06
Dones més grans de 65 anys	0,08

4.5 Evolució 2000-2012

4.5.1 Concentració

La figura 1 mostra l'evolució temporal de la concentració mitjana de PCDD/PCDF (pg OMS-TEQ/kg de pes fresc) en peix i marisc entre els quatre estudis duts a terme. Es pot observar un descens important del nivell mitjà de PCDD/PCDF respecte a l'estudi inicial, i una reducció més pausada des de 2005.

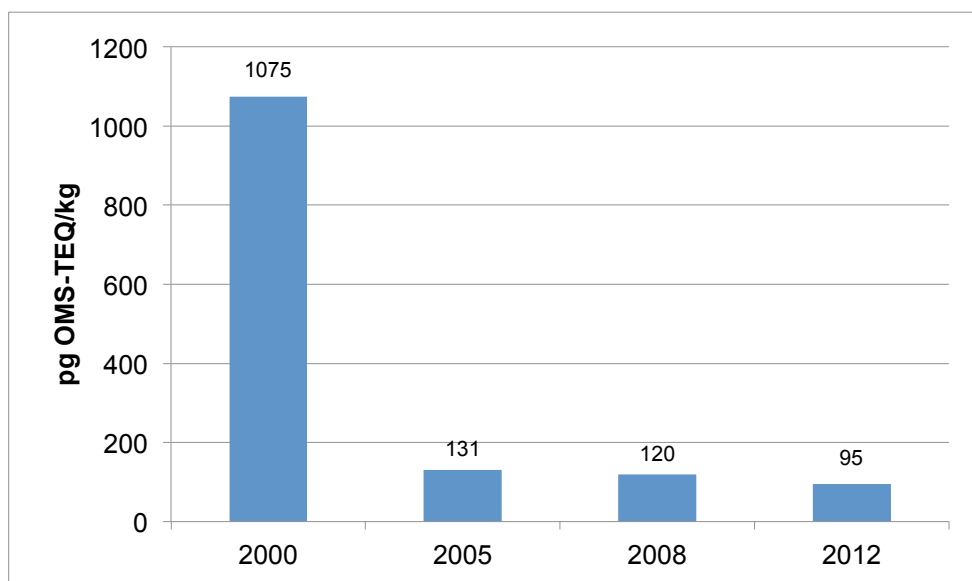


Figura 1. Evolució temporal de les concentracions de PCDD/F en peix i marisc

4.5.2 Ingesta

La figura 2 mostra l'evolució de la ingesta dietètica de PCDD/PCDF entre 2000 i 2012, prenent com a referència la població adulta masculina. De manera paral·lela als valors de concentració, la ingesta dietètica de PCDD/PCDF es va reduir notablement (80%) respecte a l'estudi d'inici (2000), mentre que els valors observats en les edicions subsegüents són força similars.

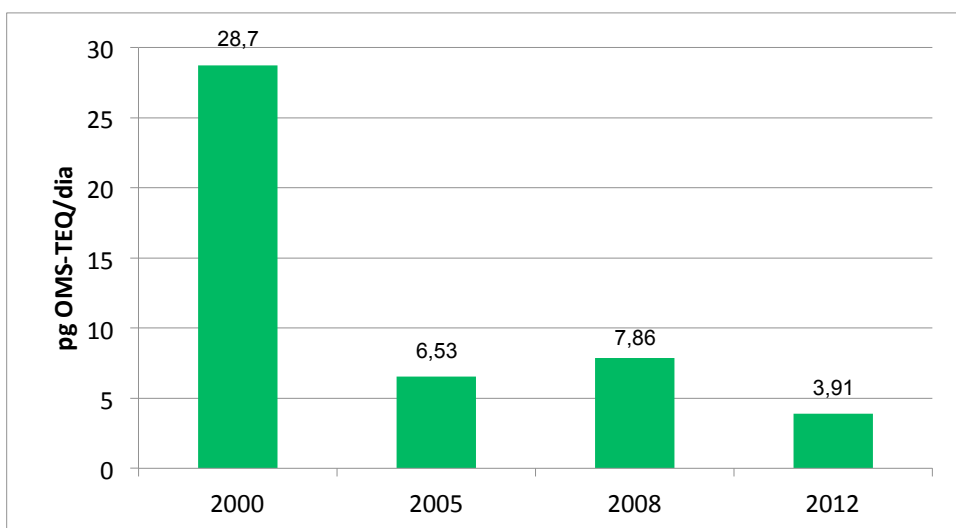


Figura 2. Evolució temporal de la ingesta de PCDD/PCDF a través del peix i marisc en un home adult

4.6 Altres estudis

A la taula 10 es presenten els resultats de diversos estudis similars duts a terme en altres indrets. La ingesta dietètica de PCDD/PCDF a Catalunya és a la part baixa de l'interval. De fet, l'exposició actual a PCDD/PCDF a través del consum de peix i marisc (0,06 pg OMS-TEQ/kg/dia) és la mateixa que la que s'observa en altres països europeus, com ara els Països Baixos i Suècia, i clarament inferior a valors obtinguts en països asiàtics. Amb tot, la comparació pot ser complicada per motius de metodologia i disseny de cada estudi.

Taula 10. Ingesta diària de PCDD/PCDF pel consum de peix i marisc en població adulta. Comparació amb altres estudis

País	pg TEQ/dia	pg TEQ/kg/dia	Autors
Malàisia	21,7	0,31	Leong <i>et al.</i> , 2014
Hong Kong	34,0	0,48	Wong <i>et al.</i> , 2013
França	3,08	0,044	Sirof <i>et al.</i> , 2012
Països Baixos	4,02	0,06	De Mul <i>et al.</i> , 2011
Suècia	4,02	0,06	Törnkvist <i>et al.</i> , 2011
Catalunya	28,74	0,41	Estudi 2000
Catalunya	6,53	0,09	Estudi 2005
Catalunya	7,86	0,11	Estudi 2008
Catalunya	3,91	0,06	Aquest estudi (2012)

5 Bifenils policlorats

5.1 Determinació analítica

La taula 11 resumeix els valors de concentració mitjana de DL-PCB, NDL-PCB i la total de PCB en les diferents espècies de peix i marisc.

Pel que fa al valor global, les espècies de peix i el marisc amb concentracions més elevades van ser el moll (49,9 ng/g de pes fresc), l'emperador (36,6 ng/g de pes fresc) i la sardina (32,1 ng/g de pes fresc). Per contra, la tonyina en llauna, la gamba i la sípia van ser les espècies que van mostrar concentracions més baixes (0,21, 0,45 i 0,62 ng/g de de pes fresc, respectivament).

El moll va ser l'espècie de peix amb una càrrega més elevada, tant de DL-PCB (6,65 ng/g de pes fresc) com de NDL-PCB (43,3 ng/g de pes fresc). La sardina va ser, de fet, la segona espècie amb una concentració més elevada de DL-PCB (3,15 ng/g de pes fresc), i la tercera en importància quant a NDL-PCB (29,0 ng/g de pes fresc), per darrere de l'emperador (34,0 ng/g de pes fresc).

En termes d'OMS-TEQ, la sardina, el moll i el verat contenien les concentracions més elevades (1,99, 1,90 i 1,58 pg OMS-TEQ/g, respectivament). La figura 3 mostra la contribució acusada dels congèneres 118 i 105 als OMS-TEQ, amb un predomini clar del primer (57%). Entre tots dos, van sumar més d'un 70% del contingut total de PCB en totes les espècies analitzades.

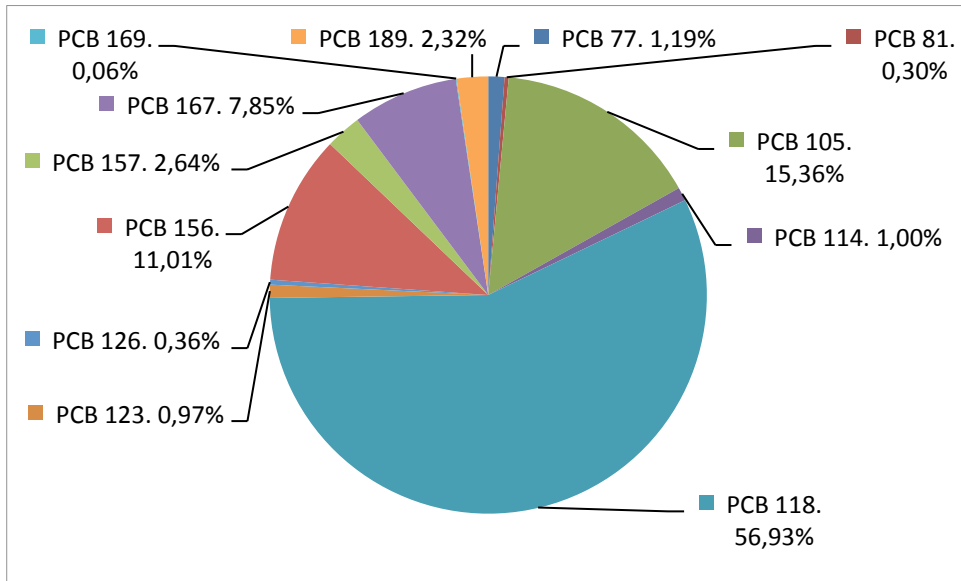


Figura 3. Distribució dels congèneres de DL-PCB en el grup de peix i marisc.

Percentatge de l'aportació al total de TE

Taula 11. Concentració mitjana de PCB (en ng/g de pes fresc) en diferents espècies de peix i marisc consumides àmpliament a Catalunya

Nom del congènere	Sardina	Sardina en llauna	Tonyina	Tonyina en llauna	Seitó	Verat	Emperador	Salmó	Lluç	Moll	Llenguado	Sípia	Calamar	Cloïssa	Musclo	Gamba
PCB 77	0,053	0,026	0,008	0,0003	0,021	0,035	0,006	0,011	0,002	0,056	0,004	0,0004	0,002	0,015	0,017	0,001
PCB 81	0,012	0,005	0,004	0,0001	0,006	0,009	0,004	0,004	0,001	0,016	0,001	0,0001	0,0003	0,001	0,003	0,0002
PCB 105	0,512	0,269	0,144	0,003	0,250	0,437	0,387	0,118	0,060	0,932	0,058	0,002	0,023	0,025	0,086	0,014
PCB 114	0,030	0,015	0,011	0,0002	0,013	0,024	0,041	0,007	0,003	0,061	0,002	0,0004	0,001	0,002	0,004	0,001
PCB 118	1,725	0,951	0,565	0,012	0,856	1,487	1,528	0,364	0,201	3,867	0,214	0,018	0,080	0,074	0,321	0,046
PCB 123	0,056	0,019	0,017	0,0002	0,020	0,025	0,011	0,004	0,003	0,043	0,002	0,0005	0,001	0,001	0,006	0,0003
PCB 126	0,016	0,009	0,005	0,0002	0,009	0,012	0,004	0,002	0,001	0,014	0,001	0,0001	0,001	0,001	0,003	0,0003
PCB 156	0,355	0,172	0,135	0,002	0,172	0,301	0,263	0,039	0,043	0,784	0,020	0,004	0,015	0,015	0,051	0,009
PCB 157	0,080	0,041	0,026	0,0004	0,039	0,070	0,087	0,011	0,009	0,178	0,009	0,001	0,004	0,004	0,011	0,002
PCB 167	0,235	0,125	0,100	0,002	0,122	0,217	0,221	0,025	0,030	0,505	0,022	0,008	0,012	0,011	0,054	0,007
PCB 169	0,002	0,001	0,001	0,0001	0,001	0,001	0,002	0,0004	0,0002	0,002	0,0050	0,003	0,0036	0,0032	0,0105	0,0001
PCB 189	0,074	0,029	0,034	0,0004	0,034	0,063	0,037	0,004	0,008	0,191	0,005	0,003	0,004	0,003	0,011	0,001
Total DL-PCB (ng/g)	3,15	1,66	1,05	0,02	1,54	2,68	2,59	0,59	0,36	6,65	0,34	0,04	0,14	0,15	0,57	0,08
Total DL-PCB (pg OMS-TEQ/g)	1,99	1,08	0,58	0,04	1,08	1,58	0,62	0,39	0,16	1,90	0,17	0,04	0,13	0,12	0,49	0,09
PCB 28	0,17	0,08	0,02	0,01	0,04	0,08	0,02	0,55	0,01	0,17	0,04	0,01	0,00	0,02	0,04	0,00
PCB 52	0,60	0,29	0,08	0,01	0,16	0,32	0,15	1,41	0,04	0,60	0,10	0,01	0,01	0,04	0,09	0,00
PCB 101	1,11	0,46	0,44	0,02	1,08	1,52	1,94	2,27	0,19	0,95	0,22	0,02	0,03	0,13	0,45	0,03
PCB 153	12,18	7,61	4,00	0,07	5,27	8,32	14,88	4,76	1,17	18,13	0,88	0,33	0,32	0,38	2,44	0,14
PCB 138	9,48	5,87	2,84	0,05	4,31	6,45	11,12	4,50	0,91	13,01	0,71	0,11	0,24	0,33	1,54	0,13
PCB 180	5,44	2,60	2,10	0,04	2,65	3,47	5,85	1,24	0,53	10,44	0,21	0,11	0,09	0,19	0,17	0,07
Total NDL-PCB (ng/g)	28,98	16,91	9,49	0,19	13,51	20,16	33,96	14,73	2,86	43,30	2,16	0,59	0,71	1,10	4,74	0,37
Total PCB (ng/g)	32,13	18,57	10,54	0,21	15,05	22,84	36,56	15,33	3,22	49,95	2,50	0,62	0,85	1,25	5,31	0,45

5.2 Contribució dels aliments a la ingesta de PCB

Per tal d'estimar la ingesta diària de PCB a través del consum d'aliments, s'han considerat per separat els congèneres similars a les dioxines (*dioxin-like* o DL), els no similars a les dioxines (*non-dioxinlike* o NDL) i el total.

A la taula 12 es presenta la ingesta diària estimada per a un home adult. En termes generals, la sardina va ser l'espècie amb la contribució més acusada de PCB. Quant als DL-PCB específicament, la contribució més important va correspondre a la sardina (5,10 pg OMS-TEQ/dia), seguida pel seitó i el lluç (2,03 i 1,96 pg OMS-TEQ/dia, respectivament). Atenent als NDL-PCB, la sardina i el lluç són les espècies amb la contribució més elevada a la ingesta (84,62 i 45,07 ng/dia, respectivament).

Taula 12. Ingesta diària de PCB d'un home adult, per espècies de peix i marisc

	DL-PCB pg OMS-TEQ/dia	DL-PCB ng/dia	NDL-PCB ng/dia	Total PCB ng/dia
Sardina	5,10	9,20	84,6	93,8
Sardina en llauna	0,81	1,43	14,5	16,0
Tonyina	0,88	1,70	15,4	17,1
Tonyina en llauna	0,18	0,18	1,58	1,76
Seitó	2,03	3,16	27,7	30,8
Verat	1,55	3,03	22,8	25,8
Emperador	0,03	0,15	2,02	2,18
Salmó	0,50	1,06	26,5	27,5
Lluç	1,96	5,71	45,1	50,8
Moll	0,55	2,20	14,3	16,5
Llenguado	0,60	1,85	11,9	13,7
Sípia	0,07	0,16	2,61	2,78
Calamar	0,33	0,45	2,24	2,69
Cloïssa	0,02	0,04	0,30	0,34
Musclo	0,36	0,55	4,61	5,16
Gamba	0,12	0,29	1,30	1,59
Total peix i marisc estudiat	15,08	31,2	277	309
Total peix i marisc considerat	19,24	39,8	354	394

A les figures 4 i 5 es presenten les contribucions dels diferents aliments a la ingesta de DL-PCB i de NDL-PCB, respectivament. En tots dos casos, la sardina és l'espècie amb més contribució, tant de DL-PCB (29,5%) com de NDL-PCB (30,5%).

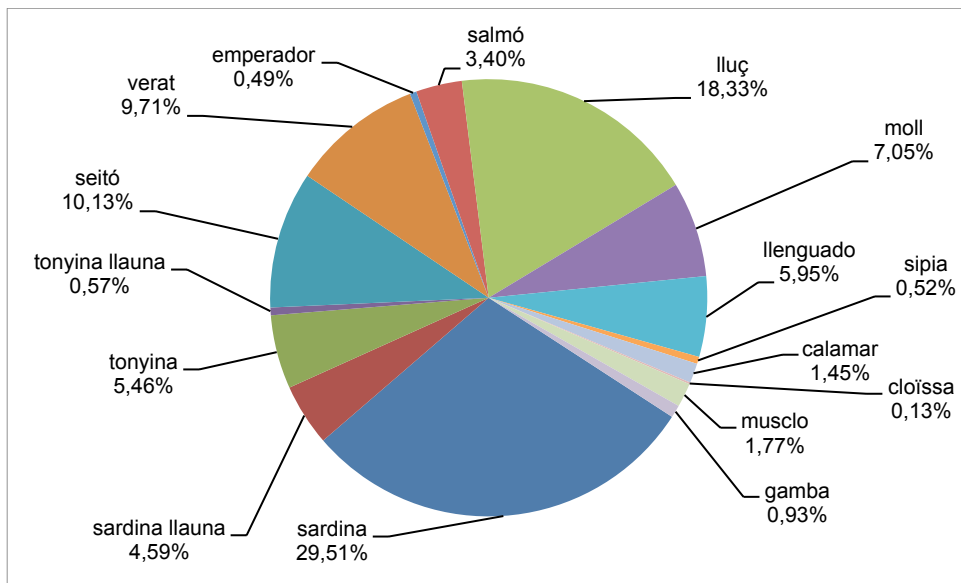


Figura 4. Contribució dels diferents aliments a la ingesta diària de DL-PCB

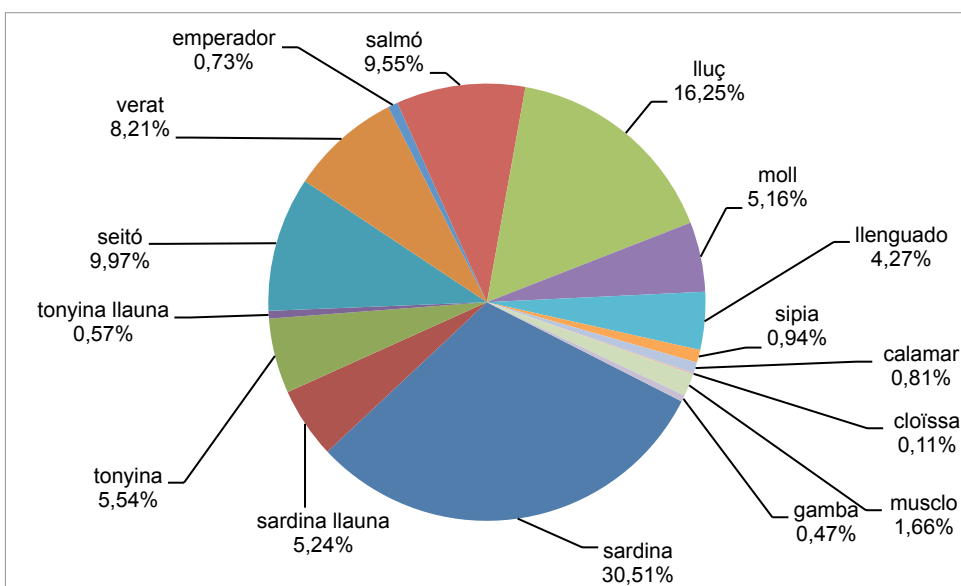


Figura 5. Contribució dels diferents aliments a la ingesta diària de NDL-PCB

5.3 Ingesta diària estimada per grups de població

La taula 13 mostra la ingesta diària estimada de PCB per als diferents grups de població, segons edat i sexe. Les dones de més de 65 anys i els infants són els grups de població amb més ingesta d'aquests contaminants.

Taula 13. Ingesta diària estimada de PCB per grups de població

Grups de població	Ingesta de DL-PCB pg OMS-TEQ/dia	Ingesta de NDL-PCB ng/dia	Ingesta de PCB total ng/dia
Homes	19,2	354	394
Dones	18,8	357	396
Infants	19,2	416	462
Nois adolescents	10,4	214	236
Noies adolescents	9,7	177	197
Homes més grans de 65 anys	20,9	392	435
Dones més grans de 65 anys	25,5	450	502

5.4 Avaluació del risc

5.4.1 Comparació amb els nivells de seguretat establerts

A la taula 14 es presenta la ingesta diària estimada de PCB en els diferents grups de població, expressada en funció del pes corporal. Per a un home adult de 70 kg de pes, la ingesta de DL-PCB s'estima en 0,27 pg OMS-TEQ/kg/dia. Aquest valor es troba molt per sota del que estableix l'OMS com a ingesta diària tolerable per a dioxines, furans i DL-PCB (1-4 pg OMS-TEQ/kg/dia).

Cal destacar el valor obtingut en infants, establert en 0,80 pg OMS-TEQ/kg/dia. Pel que fa a la ingesta de NDL-PCB, per a un home adult es va estimar una ingesta de 5,05 ng/kg/dia. Aquest valor es troba molt per sota de l'interval considerat habitual en la població general per l'Autoritat Europea de Seguretat Alimentària (EFSA) el 2005 (10-45 ng/kg/dia). Novament, el grup d'infants va ser el que va presentar una ingesta més elevada (17,3 pg/kg/dia), tot i que aquest valor es troba per sota de l'interval considerat habitual segons l'EFSA (27-50 ng/kg/dia) (EFSA, 2005).

Taula 14. Ingesta de PCB relativa al pes corporal

Grups de població	Ingesta de DL-PCB	Ingesta de NDL-PCB	Ingesta de PCB total
	pg OMS-TEQ/kg/dia	ng/kg/dia	ng/kg/dia
Homes	0,27	5,05	5,62
Dones	0,34	6,49	7,20
Infants	0,80	17,32	19,25
Nois adolescents	0,19	3,82	4,21
Noies adolescents	0,18	3,34	3,73
Homes més grans de 65 anys	0,32	6,03	6,69
Dones més grans de 65 anys	0,43	7,50	8,36

5.5 Evolució 2000-2012

5.5.1 Concentració

La figura 6 detalla la comparació de les mitjanes de concentració de DL-PCB i NDL-PCB (ng/g de pes fresc) entre els quatre estudis. Es pot observar que les concentracions mitjanes d'aquests tòxics en peix i marisc s'han mantingut de forma similar en tots els estudis realitzats. Així mateix, la relació entre DL-PCB i NDL-PCB s'ha mantingut més o menys estable al llarg dels anys.

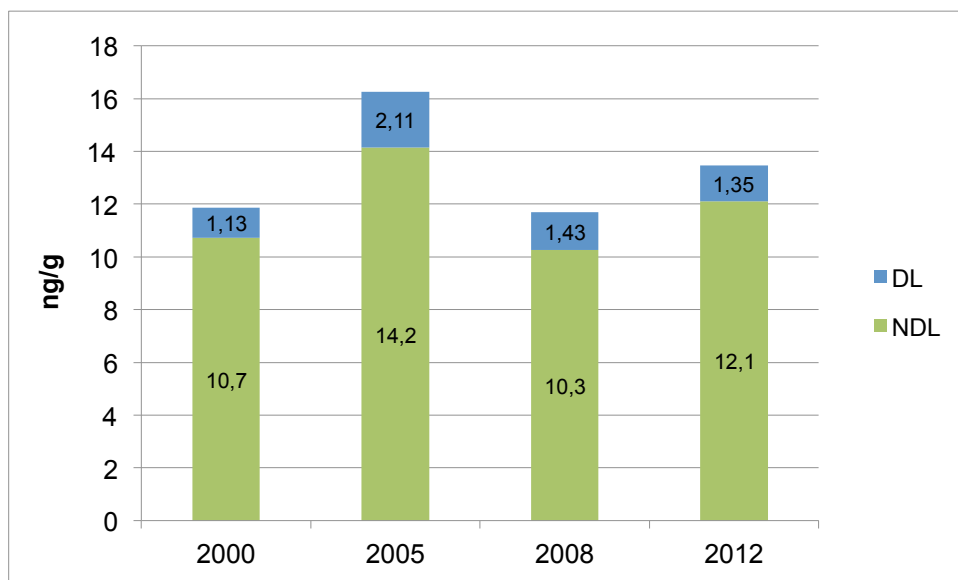


Figura 6. Evolució temporal de les concentracions de PCB en peix i marisc. Relació entre DL-PCB i NDL-PCB

5.5.2 Ingesta

Les figures 7 i 8 mostren l'evolució temporal de la ingesta de NDL-PCB i DL-PCB, respectivament, prenent com a referència un home adult. La davallada és molt notable en comparació dels dos primers estudis (2000 i 2005), i generalitzada tant per als NDL-PCB com per als DL-PCB. En comparació de l'estudi anterior (2008), els valors s'han incrementat de forma lleugera.

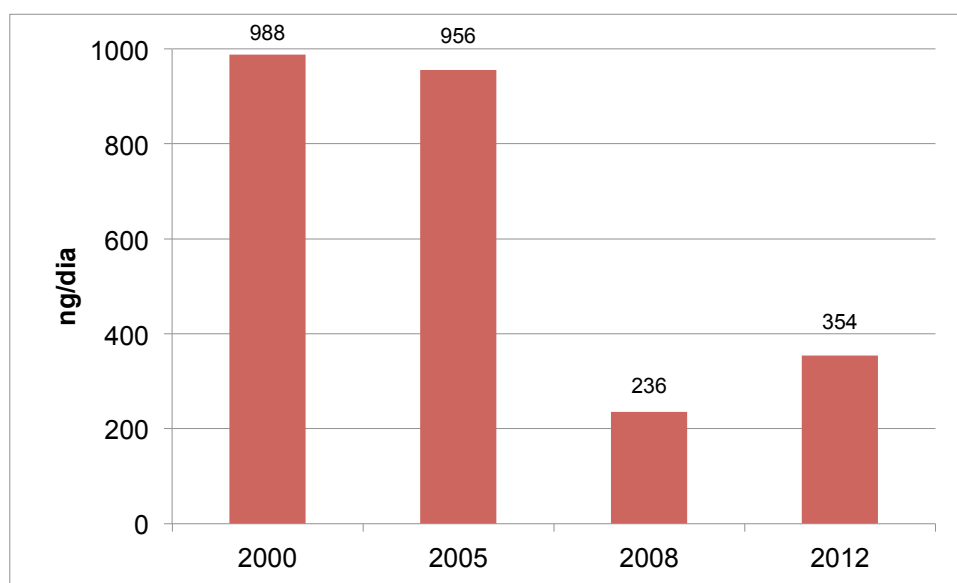


Figura 7. Variació de la ingesta temporal de NDL-PCB a través del peix i marisc d'un home adult

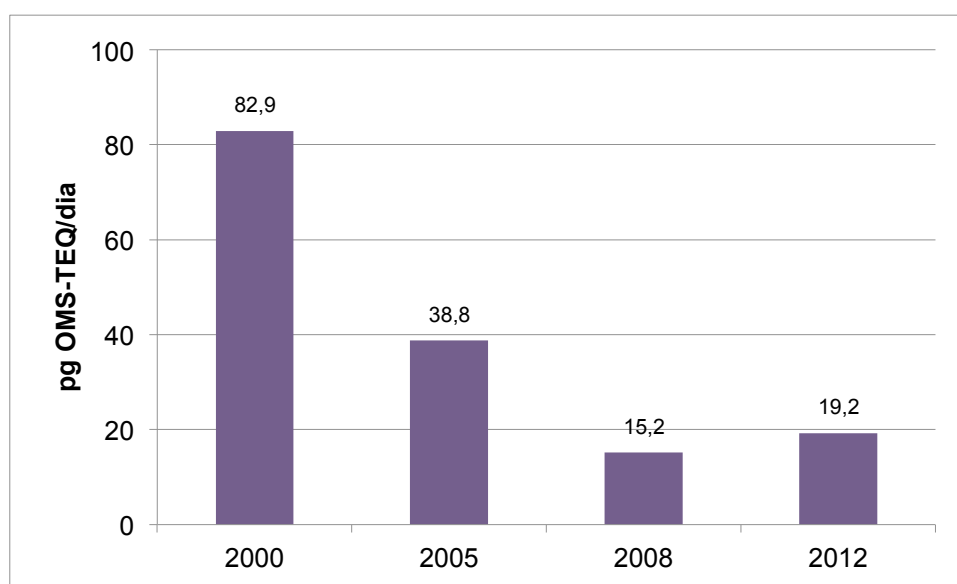


Figura 8. Variació de la ingesta temporal de DL-PCB a través del peix i marisc d'un home adult

5.6 Altres estudis

30

A la taula 15 es presenten les dades d'alguns estudis similars d'arreu del món, corresponents a ingesta de PCB pel consum de peix i marisc. En termes generals, i tot la difícil comparació, les dades de Catalunya són a la part baixa de l'interval, i són similars a les que s'han obtingut en altres països de la UE.

Taula 15. Ingesta diària de DL-PCB. Comparació amb altres estudis d'ingesta

País	pg TEQ/dia	pg TEQ/kg/dia	Autors
Malàisia	47,6	0,68	Leong <i>et al.</i> , 2014
Hong Kong	12,39	1,32	Wong <i>et al.</i> , 2013
França	11,48	0,18	Sirof <i>et al.</i> , 2012
Països Baixos	2,69	0,04	De Mul <i>et al.</i> , 2011
Suècia	11,9	0,17	Törnkvist <i>et al.</i> , 2011
Catalunya	82,87	1,18	Estudi 2000
Catalunya	38,77	0,55	Estudi 2005
Catalunya	15,18	0,22	Estudi 2008
Catalunya	19,2	0,27	Aquest estudi (2012)

6 Policlorodibenzodioxines, policlorodibenzofurans i bifenils policlorats similar a les dioxines

Per tal de fer l'avaluació de riscos, s'ha de valorar conjuntament l'exposició a dioxines i furans i PCB similars a les dioxines, ja que tant l'OMS com l'EFSA estableixen els valors de seguretat per a tots dos tipus de contaminants conjuntament. A mesura que augmentin els coneixements científics caldrà incorporar nous contaminants en aquesta llista, principalment tots aquells que per motius del mecanisme d'acció, la comunitat científica consideri similars a les dioxines i sigui raonable considerar-los de forma additiva, com poden ser els naftalens policlorats (PCN) o els èters difenílics polibromats (PBDE), analitzats en estudis anteriors.

6.1 Concentracions conjuntes

A la taula 16 es presenten les concentracions equivalents (OMS-TEQ) de PCDD/PCDF, DL-PCB i totes dues en conjunt per als grups d'aliments analitzats. Per als càlculs s'han utilitzat els valors de TEF publicats per l'OMS el 2005.

Taula 16. Concentracions de PCDD/PCDF i DL-PCB en diferents espècies de peix i marisc consumides àmpliament a Catalunya

	PCDD/PCDF	DL-PCB	PCDD/PCDF + DL-PCB
Sardina	0,249	1,994	2,243
Sardina en llauna	0,145	1,082	1,227
Tonyina	0,042	0,584	0,626
Tonyina en llauna	0,016	0,037	0,053
Seitó	0,091	1,083	1,174
Verat	0,207	1,579	1,785
Emperador	0,079	0,619	0,698
Salmó	0,117	0,395	0,511
Lluç	0,031	0,155	0,186
Moll	0,231	1,899	2,130
Llenguado	0,057	0,166	0,223
Sípia	0,025	0,041	0,067
Calamar	0,025	0,129	0,153
Cloïssa	0,047	0,119	0,166
Musclo	0,115	0,489	0,605
Gamba	0,051	0,085	0,136

En pg OMS-TEQ/g fresc

6.2 Contribució dels aliments a la ingesta

A la taula 17 es presenten les ingestes diàries estimades de PCDD/PCDF i DL-PCB, així com la suma total, per la població adulta masculina. La ingesta diària estimada per a un home adult va ser de 23,1 pg OMS-TEQ, amb un predomini (83%) dels DL-PCB.

Taula 17. Ingesta diària de PCDD/PCDF i DL-PCB (pg OMS-TEQ/dia) pel consum de peix i marisc en un home adult resident a Catalunya

	PCDD/PCDF	DL-PCB	PCDD/PCDF + DL-PCB
Sardina	0,73	5,10	5,82
Sardina en llauna	0,12	0,81	0,93
Tonyina	0,07	0,88	0,95
Tonyina en llauna	0,14	0,18	0,31
Seitó	0,19	2,03	2,22
Verat	0,23	1,55	1,78
Emperador	0,00	0,03	0,04
Salmó	0,21	0,50	0,71
Lluç	0,49	1,96	2,45
Moll	0,08	0,55	0,63
Llenguado	0,31	0,60	0,91
Sípia	0,11	0,07	0,19
Calamar	0,08	0,33	0,41
Cloïssa	0,01	0,02	0,03
Musclo	0,11	0,36	0,48
Gamba	0,18	0,12	0,30
Total peix i marisc estudiat	3,06	15,1	18,1
Total peix i marisc considerat	3,91	19,2	23,1

6.3 Ingesta diària estimada per grups de població

A la taula 18 es mostra la ingesta diària conjunta estimada per als diferents grups de població, segons edat i sexe. En aquest cas, les dones de més de 65 anys seguides dels homes amb més de 65 anys, són els grups que presenten un valor més elevat.

Taula 18. Ingesta diària estimada per grups de població

Grup de població	Ingesta de PCDD/PCDF	Ingesta de DL-PCB	Ingesta PCDD/PCDF + DL-PCB
Homes	3,91	19,24	23,14
Dones	3,99	18,75	22,74
Infants	3,28	19,16	22,43
Nois adolescents	2,52	10,44	12,96
Noies adolescents	2,17	9,73	11,89
Homes més grans de 65 anys	4,17	20,89	25,07
Dones més grans de 65 anys	4,59	25,50	30,09

En pg OMS-TEQ/dia.

A la figura 9 es presenta el percentatge de contribució de PCDD/PCDF i DL-PCB a la ingesta diària. Es pot observar la gran proporció que representen els DL-PCB en la ingesta total, amb un 83% de mitjana. La contribució de PCDD/PCDF a la ingesta és bastant regular al llarg dels grups d'edat, i se situa entre 14,6 i 19,5%.

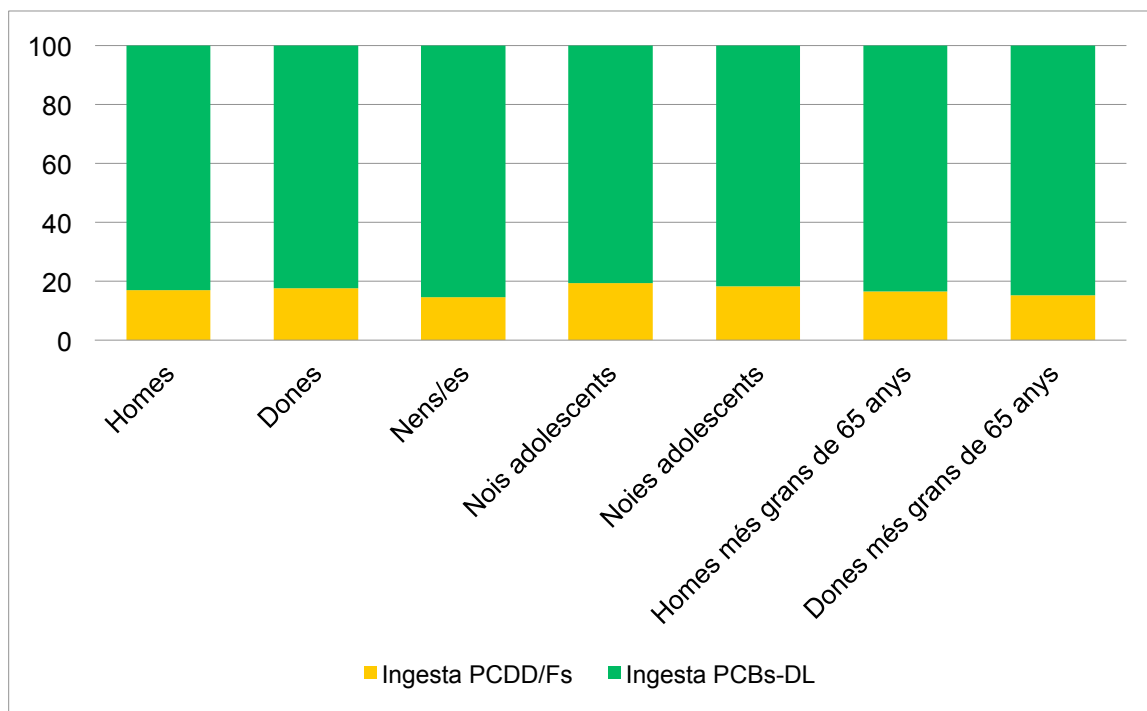


Figura 9. Proporció en percentatge de PCDD/PCDF i DL-PCB a la ingesta diària

6.4. Avaluació del risc

6.4.1. Comparació amb els valors de seguretat establerts

A la taula 19 es pot observar la ingesta diària conjunta dels dos grups de contaminants, per als diferents grups de població i en relació amb el pes corporal.

Taula 19. Ingesta diària de PCDD/PCDF + DL-PCB pel consum de peix i marisc, relativa al pes corporal

Grup de població	Ingesta de PCDD/PCDF	Ingesta de DL-PCB	Ingesta PCDD/PCDF + DL-PCB
Homes	0,06	0,27	0,33
Dones	0,07	0,34	0,41
Infants	0,14	0,80	0,93
Nois adolescents	0,05	0,19	0,23
Noies adolescents	0,04	0,18	0,22
Homes més grans de 65 anys	0,06	0,32	0,39
Dones més grans de 65 anys	0,08	0,43	0,50

En pg OMS-TEQ/kg/dia.

En termes generals, la ingesta total de PCDD/PCDF i DL-PCB atribuïble al consum de peix continua estant per sota de l'interval diari tolerable establert per l'OMS (1-4 pg OMS-TEQ/kg/dia), en tots els grups de població. Així mateix, també està força per sota de la ISPT, que el JEFCA va establir en 14 pg OMS-TEQ/kg/setmana el 2001. El grup d'infants va presentar la màxima ingesta setmanal, en relació amb el pes corporal (6,54 pg OMS-TEQ/kg/setmana).

6.5 Evolució 2000-2012

6.5.1 Concentració

La figura 10 mostra l'evolució temporal de la concentració de PCDD/PCDF i DL-PCB en peix i marisc, expressada en pg OMS-TEQ/g de pes fresc. En general, s'ha observat una davallada contínua des de l'elaboració del primer estudi (2000), amb uns valors molt similars als del darrer estudi (2008). Aquesta tendència és fruit de la reducció acusada en la concentració mitjana de PCDD/PCDF observada entre el primer estudi (2000) i els subseqüents (2005, 2008 i 2012). Per contra, els nivells de PCB s'han mantingut relativament estables al llarg del temps.

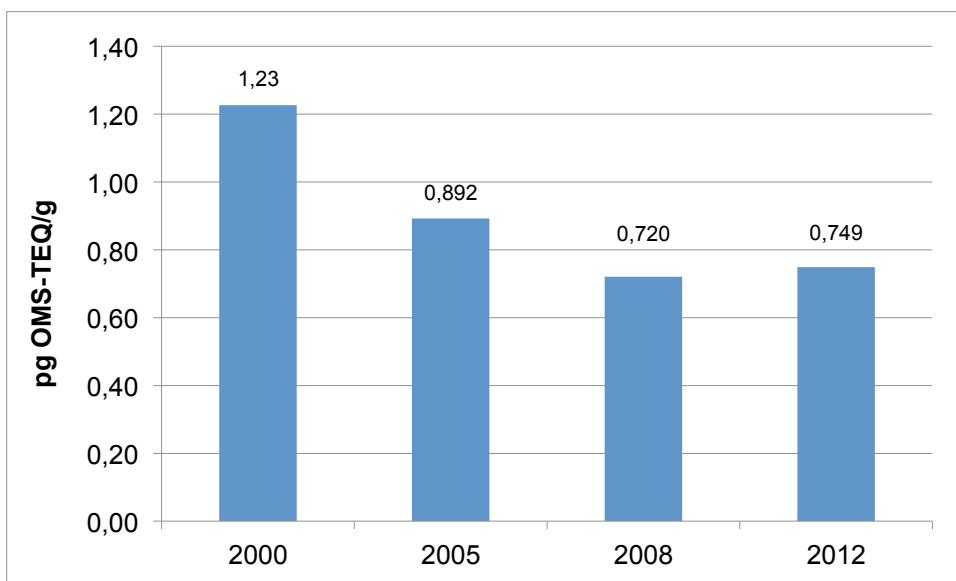


Figura 10. Evolució temporal de les concentracions de PCDD/PCDF i DL-PCB en peix i marisc

6.5.2. Ingesta

La figura 11 mostra l'evolució de la ingesta conjunta entre els quatre estudis de dieta total, prenent com a referent la de l'home adult. S'hi observa una disminució important, de 111,6 a 23,14 pg OMS-TEQ/dia.

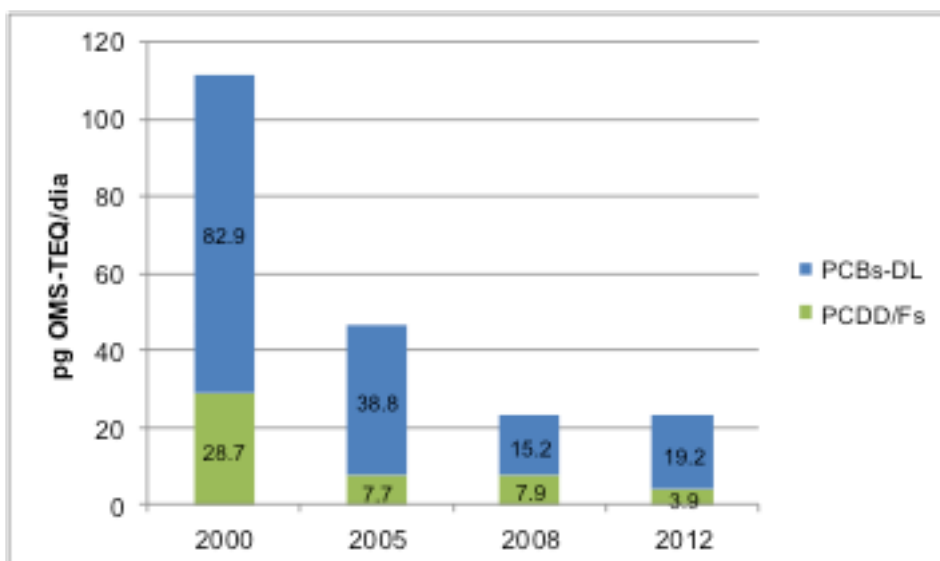


Figura 11. Evolució temporal de la ingesta de PCDD/PCDF i DL-PCB pel consum de peix i marisc d'un home adult

6.6. Altres estudis

36

A la taula 20 es presenten les dades d'alguns estudis similars d'arreu del món, on, tot i que són difícils les comparacions per motiu de les diverses metodologies i dissenys d'estudi emprats, podem situar-nos en l'entorn.

Taula 20. Ingesta diària conjunta de PCDD/PCDF i DL-PCB en diversos països

País	pg TEQ/dia	pg TEQ/kg/dia	Autors
Malàisia	69,3	0,99	Leong <i>et al.</i> , 2014
Polònia	33,9	0,48	Struciński <i>et al.</i> , 2013
Àustria	27,8	0,40	Rauscher i <i>et al.</i> , 2013
Hong Kong	126,5	1,80	Wong <i>et al.</i> , 2013
França	15,5	0,22	Sirot <i>et al.</i> , 2012
Països Baixos	7,6	0,11	De Mul <i>et al.</i> , 2011
Suècia	15,9	0,23	Törnkvist <i>et al.</i> , 2011
Catalunya	111,6	1,59	Estudi 2000
Catalunya	45,3	0,65	Estudi 2005
Catalunya	23,04	0,33	Estudi 2008
Catalunya	23,1	0,33	Aquest estudi (2012)

7 Conclusions

En general, les concentracions dels contaminants estudiats (PCDD/PCDF i PCB) en mostres de peix i marisc recollides durant l'any 2012 a Catalunya han estat similars a les dels estudis immediatament anteriors, i s'aprecia també una davallada important respecte a la campanya inicial (2000). Aquest canvi ha provocat també una reducció molt notable de la ingesta dietètica de PCDD/PCDF i PCB respecte al primer estudi.

Observant en detall cadascun dels contaminants avaluats, s'arriba a les conclusions següents:

- **Dioxines i furans (PCDD/PCDF):** La sardina, el moll i el verat han estat les tres espècies de peix i marisc que han presentat concentracions més elevades de PCDD/F. Les dones de més de 65 anys va ser el grup de població que va mostrar una ingesta de PCDD/F més elevada (4,59 pg OMS-TEQ/dia). Tanmateix, els infants van presentar el valor màxim d'ingesta, en relació amb el seu pes corporal (0,14 pg OMS-TEQ/kg/dia). Amb tot, cap dels grups de població va superar el valor màxim establert per diferents organismes internacionals.
- **Bifenils policlorats (PCB):** Les espècies de peix i marisc que van presentar nivells més elevats de PCB van ser el moll, l'emperador i la sardina. Pel que fa a la ingesta d'un home adult, tant per als PCB similars a les dioxines com per als PCB no similars a les dioxines, la sardina va ser l'espècie que contribuïa més a la ingesta d'aquests contaminants (29,5% i 30,5%, respectivament). Novament, els infants van presentar la màxima ingesta de PCB, expressada per unitat de pes corporal (19,2 ng/kg/dia).
- **PCDD/PCDF i DL-PCB:** La sardina i el moll van ser les espècies de peix amb concentracions més elevades, expressades en OMS-TEQ. Anàlogament a les dioxines, les dones més grans de 65 anys va ser el grup amb una ingesta diària més elevada (30,1 pg OMS-TEQ/dia), tot i que el grup d'infants va mostrar un valor més elevat d'ingesta, quan s'expressa en relació amb el seu pes corporal (0,93 pg OMS-TEQ/kg/dia). Tanmateix, el valor continua estant per sota del màxim recomanat per diferents organismes internacionals. El perfil d'ingesta va mostrar un predomini dels DL-PCB en els equivalents tòxics, i va assolir un percentatge mitjà del 83% de la ingesta total.

Els resultats obtinguts en aquest estudi, tant pel que fa a les concentracions de cadascun dels tòxics analitzats com d'exposició dietètica, han estat similars als observats en d'altres països europeus.

L'estudi d'evolució temporal indica una davallada contínua de la concentració total de PCDD/PCDF i DL-PCB des de l'elaboració del primer estudi (2000), amb uns valors molt similars als del darrer estudi (2008). Aquesta tendència és fruit de la reducció acusada en la concentració mitjana de PCDD/PCDF observada entre el primer estudi (2000) i els subseqüents (2005, 2008 i 2012). Per contra, els nivells de PCB s'han mantingut relativament estables al llarg del temps.

8 Bibliografia

Agència Catalana de Seguretat Alimentària. Contaminants químics. Estudi de dieta total a Catalunya 2000-2002

Agència Catalana de Seguretat Alimentària. Contaminants químics. Estudi de dieta total a Catalunya 2005.

Agència Catalana de Seguretat Alimentària. Contaminants químics. Estudi de dieta total a Catalunya, 2008.

De Mul A, Bakker MI, Zeilmaker MJ, Traag WA, Leeuwen SP, Hoogenboom RL, et al. Dietary exposure to dioxins and dioxin-like PCBs in The Netherlands anno 2004. Regul Toxicol Pharmacol. 2008 Aug;51(3):278-87.

Generalitat de Catalunya. Departament de Sanitat i Seguretat Social. 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). Barcelona: Direcció General de Salut Pública, Departament de Sanitat i Seguretat Social. Generalitat de Catalunya; 2003.

U. S. Environmental Protection Agency. Method 1613: tetra- through octa-chlorinated dioxins and furans by isotope dilution HRGC/HRMS; 1994 (citat 3 Nov 2014). Disponible a: <http://www.caslab.com/EPA-Methods/PDF/1613.pdf>

European Food Safety Agency. Opinion of the Scientific Panel on Contamination in the Food Chain on a request from the Commission related to the presence of non dioxin-like polychlorinated biphenyls (PCB) in feed and food. (Question N° EFSA-Q-2003-114). EFSA J. 2005;284:1-137.

Leong YH, Gan CY, Majid MI (2014) Dioxin-like polychlorinated biphenyls, polychlorinated dibenzo-p-dioxins, and polychlorinated dibenzofurans in seafood samples from Malaysia: estimated human intake and associated risks. Arch Environ Contam Toxicol. 67: 21-28.

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):1770-9.

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). *Apunts Medicina de l'Esport* 2006;41:86-94.

Sirot V, Tard A, Venisseau A, Brosseau 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 Jul;88(4):492-500.

Struciński P, Piskorska-Pliszczyńska J, Maszewski S, Góralczyk K, Warenik-Bany M, Mikołajczyk S, et al. PCDD/Fs and DL-PCBs intake from fish caught in Polish fishing grounds in the Baltic Sea: characterizing the risk for consumers. *Environ Int.* 2013 Jun;56:32-41.

Törnkvist A, Glynn A, Aune M, Darnerud PO, Ankarberg EH. PCDD/F, PCB, PBDE, HBCD and chlorinated pesticides in a Swedish market basket from 2005: levels and dietary intake estimations. *Chemosphere.* 2011 Mar;83(2):193-9.

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 Oct;93(2):223-41.

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;30:2152-8.

World Health Organization. Guidelines for the study of dietary intakes of chemical contaminants. Geneva: World Health Organization; 1985.