Contaminants químics. Estudi de dieta total a Catalunya 2005-2007

Generalitat de Catalunya
Agència Catalana
de Seguretat Alimentària

Contaminants químics. Estudi de dieta total a Catalunya 2005-2007

Generalitat de Catalunya
Agència Catalana de Seguretat Alimentària

Aquesta publicació s'ha elaborat a partir de l'estudi dirigit pels professors Josep Lluís Domingo Roig, de la Universitat Rovira i Virgili, i Joan M. Llobet Mallafré, de la Universitat de Barcelona, fruit del conveni de col·laboració durant el període 2005-2007 entre l'Agència Catalana de Seguretat Alimentària i la Universitat Rovira i Virgili per a la investigació de la ingesta dietètica de contaminants químics en la població de Catalunya.

Direcció:

Eduard Mata

Autors:

Victòria Castell Garralda
Patrícia Gosálbez Rafel
Isabel Timoner Alonso
Agència Catalana de Seguretat Alimentària

Jesús Gómez Catalán
Joan M Llobet Mallafré
Grup de Recerca en Toxicologia. GRET-CERETOX (INSA UB)
Universitat de Barcelona / Parc Científic de Barcelona

Josep L. Domingo Roig
Roser Martí Cid
Laboratori de Toxicologia i Salut Mediambiental, TECNITOX
Universitat Rovira i Virgili Tarragona

Han col.laborat:

Paqui Morales
Alexander Reichardt.
Emilio Vicente Tascon
Agència Catalana de Seguretat Alimentària

Revisió Lingüistica:

Secció de planificació lingüística
Departament de Salut

Abreviacions

Elements i compostos

As	Arsènic
Cd	Cadmi
COP	Contaminants orgànics persistents
HAP	Hidrocarburs aromàtics policíclics
HCB	Hexaclorobenzè
Hg	Mercuri
Pb	Plom
PBDE	Èters difenílics polibromats (polybrominated diphenyl ethers)
PCB	Bifenils policlorats (polychlorinated biphenyls)
PCB DL	Bifenils policlorats amb efecte dioxina (Dioxin-like polychlorinated biphenyls)
PCB NDL	Bifenils policlorats sense efecte dioxina (Non-dioxin-like polychlorinated biphenyls)
PCDD	Dibenzodioxines policlorades o dioxins (polychlorinated dibenzodioxins)
PCDE	Èters difenílics policlorats (polychlorinated diphenyl ethers)
PCDF	Dibenzofurans policlorats o furans (polychlorinated dibenzofurans)
PCN	Naftalens policlorats (polychlor naphthalenes)
TCDD	Tetraclorodibenzo-p-dioxina

Organismes internacionals

ATSDR	Agència per al Registre de Substàncies Tòxiques i Malalties (Agency for Toxic Substances and Disease Registry)
EPA	Agència Americana de Protecció Mediambiental (Environmental Protection Agency)
IARC	Agència Internacional de Recerca sobre el Càncer (International Agency for Research on Cancer)
JECFA	Comitè Mixt FAO-OMS d'experts en additius i contaminants alimentaris (Joint Expert Commitee on Food Additives)
OMS	Organització Mundial de la Salut

Altres abreviacions

BMDL	Benchmark dose
CQPMC	Contaminants químics en peix i marisc consumit a Catalunya
LOAEL	Nivell inferior sense observació d'efectes adversos
LOD	Límit de detecció tècnica analítica
IDA	Ingesta diària admissible
IDPT	Ingesta diària provisional tolerable
IDT	Ingesta diària tolerable
IMPT	Ingesta mensual provisional tolerable
ISPT	Ingesta setmanal provisional tolerable
MOE	Marge d'exposició
ND	No detectat
RfD	Dosi de referència
TEF	Factor d'equivalència tòxica
TEQ	Equivalent tòxic

Índex

Índex 4

1. Introducció 8

2. Objectius 9

3. Material i mètodes 10

3.1. Tipus d'estudi 10
3.2. Selecció dels contaminants 10
3.3. Selecció d'aliments 10
3.4. Presa de mostra i preparació 11
3.5. Procediments analítics 13
3.5.1. Metalls 13
3.5.2. Contaminants orgànics 13
3.6. Grups de població estudiats 14
3.7. Dades de consum diari d'aliments 15
3.8. Estimació de la ingesta diària d'un contaminant 18
3.9. Estimació de resultats inferiors al límit de detecció 18
3.10. Avaluació del risc 19
3.10.1. Comparació amb els nivells de seguretat establerts 19
3.10.2. Avaluació probabilística de l'exposició 19
3.11. Evolució 2000-2005 23

4. Arsènic (As) 24

4.1. Resultats de les anàlisis d'aliments 24
4.2. Contribució dels aliments a la ingesta 24
4.3. Ingesta diària estimada per grups de població 25
4.4. Avaluació del risc 26
4.4.1. Comparació amb els nivells de seguretat establerts 26
4.4.2. Avaluació probabilística de l'exposició 27
4.5. Evolució 2000-2005 27
4.5.1. Concentració 27
4.5.2. Ingesta 28
4.6. Altres estudis 28

5. Cadmi (Cd) 30

5.1. Resultats de les anàlisis d'aliments 30
5.2. Contribució dels aliments a la ingesta 30
5.3. Ingesta diària estimada per grups de població 31
5.4. Avaluació del risc 31
5.4.1. Comparació amb els nivells de seguretat establerts 31
5.4.2. Avaluació probabilística de l'exposició 32

5.5. Evolució 2000-2005 33
5.5.1. Concentració 33
5.5.2. Ingesta 33
5.6. Altres estudis 34

6. Mercuri (Hg) 35

6.1. Resultats de les anàlisis d'aliments 35
6.2. Contribució dels aliments a la ingesta 35
6.3. Ingesta diària estimada per grups de població 36
6.4. avaluació del risc 37
6.4.1. Comparació amb els nivells de seguretat establerts 37
6.4.2. Avaluació probabilística de l'exposició 38
6.5. Evolució 2000-2005 38
6.5.1. Concentració 38
6.5.2. Ingesta 39
6.6. Altres estudis 40

7. Plom (Pb) 41

7.1. Resultats de les anàlisis d'aliments 41
7.2. Contribució dels aliments a la ingesta 41
7.3. Ingesta diària estimada per grups de població 42
7.4. Avaluació del risc 42
7.4.1. Comparació amb els nivells de seguretat establerts 42
7.4.2. Avaluació probabilística de l'exposició 43
7.5. Evolució 2000-2005 44
7.5.1. Concentració 44
7.5.2. Ingesta 44
7.6. Altres estudis 45

8. Dioxines, furans i bifenils policlorats (PCDD/F i PCB) 46

8.1. Dioxines i furans (PCDD/F) 46
8.1.1. Resultats de les anàlisis d'aliments 46
8.1.2. Contribució dels aliments a la ingesta 47
8.1.3. Ingesta diària estimada per grups de població 48
8.1.4. Avaluació del risc 48
8.1.5. Evolució 2000-2005 50
8.1.6. Altres estudis 51
8.2. Bifenils policlorats (PCB) 52
8.2.1. Resultats de les anàlisis d'aliments 52
8.2.2. Contribució dels aliments a la ingesta 54
8.2.3. Ingesta diària estimada per grups de població 55
8.2.4. Avaluació del risc 56

8.2.5. Evolució 2000-2005 ... 58
8.2.6. Altres estudis ... 59
8.3. Pcdd/f i pcb similars a les dioxines (PCB DL). avaluació global ... 60
8.3.1. Concentracions conjuntes ... 60
8.3.2. Contribució dels aliments a la ingesta ... 61
8.3.3. Ingesta diària estimada per grups de població ... 62
8.3.4. Avaluació del risc ... 62
8.3.5. Evolució 2000-2005 ... 64
8.3.6. Altres estudis ... 66

9. Hidrocarburs aromàtics policíclics (HAP) ... 67

9.1. Resultats de les anàlisis d'aliments ... 67
9.2. Contribució dels aliments a la ingesta ... 68
9.3. Ingesta diària estimada per grups de població ... 70
9.4. Avaluació del risc ... 70
9.4.1. Comparació amb els nivells de seguretat establerts ... 70
9.4.2. Avaluació probabilística de l'exposició ... 72
9.5. Evolució 2000-2005 ... 73
9.5.1. Concentració ... 73
9.5.2. Ingesta ... 74
9.6. Altres estudis ... 75

10. Hexaclorobenzè (HCB) ... 76

10.1. Resultats de les anàlisis d'aliments ... 76
10.2. Contribució dels aliments a la ingesta ... 76
10.3. Ingesta diària estimada per grups de població ... 77
10.4. Avaluació del risc ... 78
10.4.1. Comparació amb els nivells de seguretat establerts ... 78
10.4.2. Avaluació probabilística de l'exposició ... 79
10.5. Evolució 2000-2005 ... 79
10.5.1. Concentració ... 79
10.5.2. Ingesta ... 80
10.6. Altres estudis ... 81

11. Èters difenílics polibromats (PBDE) ... 82

11.1. Resultats de les anàlisis d'aliments ... 82
11.2. Contribució dels aliments a la ingesta ... 82
11.3. Ingesta diària estimada per grups de població ... 83
11.4. Avaluació del risc ... 83
11.5. Evolució 2000-2005 ... 85
11.5.1. Concentració ... 85
11.5.2. Ingesta ... 85

11.6. Altres estudis 86

12. Èters difenílics policlorats (PCDE) 87

12.1. Resultats de les anàlisis d'aliments 87
12.2. Contribució dels aliments a la ingesta 87
12.3. Ingesta diària estimada per grups de població 88
12.4. Avaluació del risc 88
12.5. Evolució 2000-2005 89
12.5.1. Concentració 89
12.5.2. Ingesta 90
12.6. Altres estudis 91

13. Naftalens policlorats (PCN) 92

13.1. Resultats de les anàlisis d'aliments 92
13.2. Contribució dels aliments a la ingesta 92
13.3. Ingesta diària estimada per grups de població 93
13.4. Avaluació del risc 94
13.5. Evolució 2000-2005 95
13.5.1. Concentració 95
13.5.2. Ingesta 96
13.6. Altres estudis 96

14. Resum i conclusions 97

14.1. Concentració en aliments i contribucio a la ingesta 97
14.2. Avaluació de l'exposició 98
14.2.1. Comparació amb els nivells de seguretat establerts 99
14.2.2. Avaluació probabilistica 100
14.3. Evolució 2000-2005 101
14.4. Conclusions 103

15. Bibliografia 104

16. Índex de taules i figures 116

17. Contaminantes químicos. Estudio de dieta total en Cataluña 2005-2007 120

18. Summary 239

1 Introducció

L'any 2000, el Departament de Salut va endegar el primer estudi de dieta total que va permetre estimar la ingesta de diversos contaminants químics per part de la població de Catalunya i avaluar el possible risc per a la salut derivat de la seva presència en els aliments.

En l'avaluació dels resultats d'aquest primer estudi, es va detectar un grup d'aliments que contribueix de manera significativa a la ingesta de contaminants a través de la dieta: el peix i el marisc. Tots els altres grups d'aliments, malgrat la seva importància puntual pel que fa a la concentració d'algun contaminant, no representaven aportacions tan substancials.

Donada la capacitat tòxica i carcinògena d'alguns compostos i la gran varietat de peix i marisc ingerida 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 (URV) i el Grup de Recerca en Toxicologia GRET-CERETOX (UB/PCB) es van plantejar l'objectiu d'ampliar el conèixement de la contribució del peix i el marisc a la exposició dietètica de la població de Catalunya. Així, el 2005 es va dur a terme un estudi específic en el qual es va avaluar la ingesta de contaminants químics pel consum de peix i marisc, analitzant catorze espècies entre les més consumides per la població.

Quant als contaminants investigats en l'estudi de 2000, podem distingir dos grups: aquells la ingesta diària estimada dels quals es troba molt per sota del nivell de seguretat toxicològic establert i aquells, especialment el grup de les dioxines, els furans (PCDD/F) i els bifenils policlorats similars a les dioxines (dioxin-like compounds o PCB DL), la ingesta estimada dels quals es troba, en conjunt, sensiblement més a prop d'aquest valor màxim.

El comportament dels diversos grups de contaminants estudiats no és homogeni al llarg del temps. Segons diversos estudis, la presència de dioxines i furans en la dieta va disminuint als països del nostre entorn, mentre que altres molècules com els bifenils policlorats (PCB), els naftalens policlorats (PCN) o els èters difenílics polibromats (PBDE) van adquirint cada vegada més protagonisme.

Així doncs, considerant la incidència variable que les diverses fonts emissores de contaminació poden tenir sobre els aliments, resulta evident la importància del seguiment de la presència d'aquests contaminants químics en la nostra dieta.
Els estudis de dieta total tenen la seva veritable raó de ser en el monitoratge de la realitat canviant. És per això que, el 2005, es va realitzar un segon estudi de dieta total per conèixer l'evolució en el temps de la ingesta diària de contaminants químics a través dels aliments.

Per tal de millorar la representativitat d'aquest estudi, s'ha incorporat l'avaluació probabilística de l'exposició en la que es tenen en compte diversos factors de variabilitat inherents als estudis poblacionals.

La informació que s'obté del conjunt d'aquests estudis conforma un coneixement de la realitat i de la seva evolució. Aquest coneixement ha de ser útil a l'hora d'avaluar la importància de qualsevol nova situació futura, avaluar les mesures de gestió adoptades al llarg de la cadena alimentària i ajudar en la priorització de les mesures de gestió.

2 Objectius

- Conèixer el nivell actual de contaminació química dels aliments consumits a Catalunya, i calibrar, per comparació a l'estudi anterior, les variacions observades.
- Conèixer el nivell actual d'exposició de la població catalana als contaminants estudiats a través de la dieta, i avaluar-ne la variació en el temps.
- Comparar els nivells d'exposició de la població de Catalunya amb els obtinguts en altres estudis realitzats en altres països.
- Avaluar el risc que representa l'exposició actual per comparació amb els valors de seguretat toxicològics establerts.

3 Material i mètodes

3.1 Tipus d'estudi

El tipus de metodologia seguida ve fixada per la que es va utilitzar a l'estudi de dieta total inicial (2000-2002). En conseqüència, també segueix les directrius marcades per l'OMS. Per raons del plantejament d'aquest treball, és a dir, la caracterització de la variació temporal de la ingesta de contaminants químics, no convenia que es modifiqués el tipus d'estudi.

Així doncs, aquest cop s'utilitza també una tècnica mixta que, basant-se en les característiques dels aliments individuals, incorpora aspectes dels estudis de cistell de mercat, 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 en aquest segon estudi de dieta total van ser els mateixos que en el primer, és a dir: arsènic (As), cadmi (Cd), mercuri (Hg), plom (Pb), dioxines i furans (PCDD/F), bifenils policlorats (PCB), hidrocarburs aromàtics policíclics (HAP), hexaclorobenzè (HCB), èters difenílics polibromats (PBDE), èters difenílics policlorats (PCDE) i naftalens policlorats (PCN).

Pel que fa als congèneres de PCB analitzats, a més dels 5 ja analitzats en l'estudi de 2000 s'han determinat set nous congèneres [81, 114, 123, 156, 157, 167 i 189] que, d'acord amb els darrers coneixements científics, tenen també un comportament similar a les dioxines (DL).

Per altra banda, com a l'estudi inicial, també s'han mesurat els 6 PCB no dioxin like [28, 52, 101, 138, 153 i 180], coneguts com a marker PCB. Aquests congèneres són indicatius de la contaminació de tipus industrial i tenen característiques toxicològiques diferents a les dioxines. Aquests contaminats van ser avaluats el 2005 pel Grup d' Experts de Contaminats de l'Autoritat Europea de Seguretat Alimentària l'any 2005.

3.3 Selecció d'aliments

La selecció d'aliments s'ha basat en la de l'estudi inicial del 2000, tenint en compte les dades de consum de la població obtingudes en l'Enquesta sobre l'estat nutricional de la població catalana i avaluació dels hàbits alimentaris 2002-2003 (ENCAT 2002-2003), a partir de la qual hem pogut determinar la representativitat de la selecció i millorar la de l'estudi del 2000. S'ha ampliat el nombre d'aliments de diversos grups com el del peix i les fruites i s'ha considerat un nou grup, el de productes de brioixeria. Els aliments estudiats es detallen a la taula 1.

Taula 1. Selecció d'aliments estudiats

Grup	Aliments		Grup	Aliments
1. Carn i derivats	vedella: bistec, hamburguesa porc: llom, salsitxa fresca pollastre: pit xai: cuixa/costella pernil dolç salsitxes tipus frankfurt xoriço		7. Llet	llet sencera llet semidesnatada
2. Peix	sardina tonyina seitó verat emperador salmó lluç	moll llenguado sípia calamar cloïssa musclo gamba	8. Derivats lactis	iogurt natural formatge
3. Vegetals	enciam tomàquet mongeta tendra coliflor		9. Pa i cereals	pa blanc pa de motlle arròs pasta alimentària
4.Tubercles	patata		10. Llegums	llentia mongeta
5. Fruites	poma taronja pera plàtan		11. Greixos	oli d'oliva oli de gira-sol margarina mantega
6. Ous	ous de gallina		12. Brioixeria	croissant galeta magdalena

3.4 Presa de mostra i preparació

Per augmentar la representativitat de l'estudi sense canviar-ne l'estructura bàsica, s'ha ampliat el ventall de població estudiada a 12 localitats (8 a l'estudi anterior). El conjunt es pot considerar representatiu d'un 72% de la població catalana aproximadament, entenent-la com aquella que viu en poblacions de més de 20.000 habitants i de caire clarament urbà (font de dades: Idescat, Institut d'Estadística de Catalunya).

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.

Del març al juny del 2006, es van adquirir les mostres individuals de cada aliment. A cada localitat de compra es va distribuir aquesta mostra en un mínim de quatre establiments de diferent grandària (mercat, botiga,

supermercat petit, supermercat gran i gran superfície), per tal de diversificar al màxim l'origen de l'aliment adquirit i de fer el mostreig el més representatiu possible vers tots els tipus de compradors.

Les mostres es van transportar refrigerades, i 24 mostres individuals adquirides independentment van formar una mostra composta.

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

- Neteja i separació de les parts comestibles, crues, de les 24 mostres individuals, amb les quals es prepara una mostra composta.

- Pesada de parts iguals de cada mostra individual. Quan la mostra presentava parts molt diferenciades en textura, quantitat de greix, etc., com per exemple les diferents parts de les costelles de xai, es van fer participar en la mostra composta, de manera equilibrada, totes les parts de cada peça individual.

- Trituració i homogeneïtzació de les mostres utilitzant robots de cuina, tenint cura de tipus analític en la neteja entre mostres per evitar la contaminació creuada. Es van barrejar i triturar porcions iguals en pes de les parts comestibles de carn i derivats, verdures, tubercles, fruites, ous (batuts), formatge, cereals, llegums, greixos (margarina i mantega) i brioixeria, fins a obtenir una pasta o farina homogènia.

Les mostres de iogurt i de llet es van conservar en la forma original en una cambra freda. Es va formar la corresponent mostra composta just abans de la remesa al laboratori d'anàlisi.

Els olis es van conservar a temperatura ambient, resguardats de la llum, fins al moment de l'anàlisi. Llavors, es van barrejar volums iguals de cada mostra unitària, es van repartir en les alíquotes corresponents i es va procedir de la manera que ja hem descrit.

- Formació d'alíquotes en tubs de vidre de laboratori (metalls) i flascons hermètics de plàstic (orgànics) i conservació per congelació fins al moment de l'anàlisi.

Com a l'estudi anterior, a l'hora d'establir el nombre de mostres compostes per aliment no s'ha tractat igual tots els grups d'aliments.

Els aliments frescos (grups 1 a 5) presenten molta més variació a causa de diversos factors, com per exemple la venda majoritària al detall o no envasada; d'aquests, se'n preparen quatre mostres compostes. Els aliments dels grups 7 al 12 es venen majoritàriament envasats, i en la majoria dels casos trobem les mateixes marques comercials a l'abast dels consumidors a tots els establiments del ram; d'aquests, se'n preparen dues mostres compostes.

En total es van processar 3.000 mostres individuals d'aliments.

3.5 Procediments analítics

3.5.1 Metalls

La determinació de metalls es va dur a terme al Laboratori d'Espectroscòpia dels Serveis Cientificotècnics de la Universitat de Barcelona, laboratori que forma part de la Xarxa d'Innovació Tecnològica (XIT) del CIDEM.

Aproximadament 0,5 g de mostra composta es van tractar amb 5 ml de HNO_3 (65% Suprapur, E. Merck, Darmstadt, Alemanya) en bombes de Teflon®. Es va fer una predigestió a temperatura ambient durant 8 hores. Després, les bombes es van escalfar a 80°C durant 8 hores més. Un cop fredes, les solucions es van filtrar i enrasar a 25 ml amb aigua desionitzada. En aquestes dissolucions es va determinar el As, el Cd, el Hg i el Pb utilitzant un aparell d'inducció de plasma acoblat amb detector de masses (ICP-MS, Perkin Elmer Elan 8000). Es va utilitzar Rodi (Rh) com a estàndard intern i la quantificació es va basar en l'isòtop més abundant.

3.5.2 Contaminants orgànics

Els contaminants orgànics els va analitzar el laboratori SGS Controll-Co. m.b.H. d'Hamburg (Alemanya) i d'Antwerp (Bèlgica).

Els procediments són els mateixos que els emprats en el primer estudi de dieta i comprenen processos comuns d'extracció de contaminants o clean-up, la qual cosa contribueix a simplificar els processos de preparació de mostres i la seva tramesa, i a homogeneïtzar-ne els resultats.

Aquest procés, el clean-up, representa alhora un procés d'extracció dels productes que cal analitzar de la matriu de l'aliment o mostra en qüestió i una purificació o neteja per eliminar algunes de les moltes substàncies presents en els aliments i que podrien interferir en l'anàlisi.

El mètode analític per determinar PCB, HAP, HCB, PBDE, PCDE i PCN deriva del mètode de la Environmental Protection Agency (EPA) núm. 1625.

De manera resumida, el procés analític va ser el següent:

- L'extracció i el clean-up es van dur a terme en condicions de poca exposició a la llum per evitar la pèrdua de productes fotosensibles, com per exemple alguns PBDE.
- Les mostres es van homogeneïtzar i es van passar pel procés extractiu i d'evaporació de solvents.
- Un cop dividides en les corresponents submostres, aquestes es van enfortir (spiked) amb els estàndards apropiats marcats isotòpicament: 13C12-PCB, 13C12-PCDE, 13C12-PBDE, 13C12-PCN, 13C6-HCB i HAP amb deuteri.

Per als PCB, PCN, PCDE i PBDE, el procés de clean-up es va portar a terme amb cromatografia d'adsorció en una columna mixed-silica i per adsorció o fraccionament en una columna d'alúmina. Per a l'HCB i els HAP, el clean-up i el fraccionament de l'extracte cru es van dur a terme per cromatografia d'exclusió de grandària.

- Els extractes nets es van analitzar amb un sistema HRGC/HRMS, utilitzant aparells Agilent GCs (HP 5890 i 6890) acoblats a un sistema Waters (Micromass) Autospec Ultima HRMS (selected ion recording resolution: 8000 (HAP) i 10000 (PCB, HCB, PCN, PCDE i PBDE)).
- Les anàlisis es van fer en columnes del tipus DB5 GC, no polar.
- La quantificació es va dur a terme utilitzant els estàndards interns.

Pel que fa als PCDE i els PBDE, donada l'escassetat de dades sobre la seva presència en l'alimentació, i donat l'alt nombre de valors no detectats de l'estudi anterior, es van portar a terme mesures en la meitat de les mostres, quantitat que es considera suficient per fer un seguiment de la seva presència en els aliments.

El mètode analític per determinar PCDD/F deriva dels mètodes de la Environmental Protection Agency (EPA) núm. 1668 i 8290.

De manera resumida, el procés analític va ser el següent:

- Les mostres es van homogeneïtzar i es van passar pel procés extractiu i d'evaporació de solvents.
- Les mostres es van enfortir (spiked) amb els apropiats estàndards marcats isotòpicament: 13C12-PCDD/F.
- El procés de clean-up es va dur a terme amb cromatografia d'adsorció amb múltiples etapes i utilitzant columnes de sílice i d'alúmina.
- Els extractes nets es van analitzar amb un sistema HRGC/HRMS, utilitzant aparells Agilent GCs (HP 6890) acoblats a un sistema VG Autospec Ultima HRMS (selected ion recording resolution: 10000).
- Les anàlisis dels congèneres es van dur a terme en columnes del tipus DB5 GC, no polar.
- La quantificació es va fer utilitzant els estàndards interns.

3.6 Grups de població estudiats

Seguint les directrius marcades en l'estudi del 2000-2002, i d'acord amb les directrius de l'OMS, es van estudiar els mateixos grups d'edat. Aquests grups reflecteixen, del conjunt de la població, aquells que es consideren com a individus estàndard i altres grups de població amb dietes probablement diferents per raons de necessitats energètiques.

A l'estudi actual, a diferència del previ, es desglossen els 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 2002-2003), en la qual s'observen algunes diferències de consum d'aliments segons el sexe. Pel que fa a les dades de nens i nenes de 6 a 9 anys, grup que no es preveu a l'estudi Encat, s'han utilitzat les de l'estudi Enkid. A la taula 2 es presenten els grups de població estudiats i el pes corporal assumit per a cadascun d'ells.

Taula 2. Grups de població, intervals d'edat i pes

Grup de població	Rang d'edat (anys)	Pes corporal (kg)
Homes	20-65	70
Dones	20-65	55
Nens i nenes	6-9	24
Nois adolescents	10-9	56
Noies adolescents	10-9	53
Homes més grans de 65 anys	> 65	65
Dones més grans de 65 anys	> 65	60

3.7 Dades de consum diari d'aliments

En aquest estudi s'han utilitzat les dades més recents i completes de què es disposa, referents a la població de Catalunya i que corresponen a l'Enquesta sobre l'estat nutricional de la població catalana i avaluació dels hàbits alimentaris 2002-2003 (ENCAT 2002-2003). La utilització d'aquestes dades respecte a les utilitzades en el primer estudi de dieta millora substancialment la representativitat del consum d'aliments per la població de Catalunya.

Una diferència observada respecte a les dades de consum prèviament utilitzades és la disminució del consum de peix detectada. Mentre que, per a l'home estàndard, l'any 2000, es considerava un consum de 92 g/dia, el 2003 i d'acord amb l'ENCAT 2002-2003 les dades indiquen que el consum és de 68 g/dia, la qual cosa suposa una reducció del 26%.

Les dades relatives al consum (g/dia) dels diversos aliments i per als diferents grups d'edat considerats es presenten a les taules 3 i 4.

A la figura 1 es representa la distribució percentual de la ingesta diària d'aliments en un home adult.

Taula 3. Consum d'aliments en població infantil entre 6 i 9 anys (Enkid)

Aliments	g/dia
Carns	134,7
Peix	34,33
Verdura	60,20
Tubercles	70,84
Fruita	196,6
Ous	22,98
Llet	364,8
Lactis	108,6
Cereals	155,9
Llegums	22,29
Greixos	31,14
Brioixeria	48,25

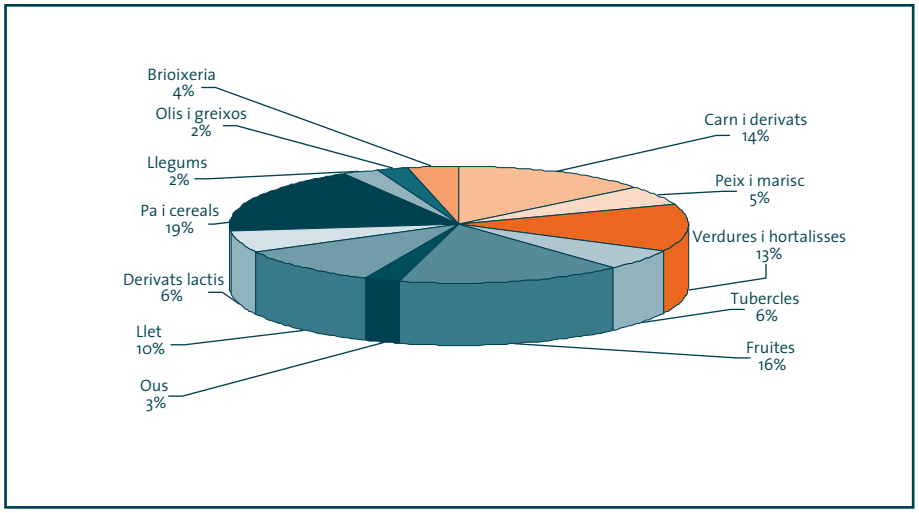
Taula 4. Ingesta diària d'aliments per grups de población (Encat)

Aliments	Homes			Dones		
	10 - 19 anys	20 - 65 anys	65 - 80 anys	10 - 19 anys	20- 65 anys	65 - 80 anys
Carn i derivats	188,9	17 1,9	109,1	143,3	122,4	102,8
Peix i marisc	45,05	67,53	73,28	45,39	64,97	55,65
Verdures i hortalisses	91,01	159,7	176,2	99,62	182,4	162,5
Tubercles	81,12	73,06	63,84	71,80	52,78	57,68
Fruites	110,8	193,6	327,5	119,5	204,3	269,8
Ous	25,79	31,29	23,50	22 ,66	23,21	20,17
Llet	243,9	128,4	122,1	186,5	148,5	124,3
Derivats lactis	79,21	75,62	62,80	78,62	82,13	69,91
Pa i cereals	268,0	224,3	192,2	206,3	156,0	132,1
Llegums	31,37	30,36	33,97	20,10	25,68	28,89
Olis i greixos	24,04	27,16	26,64	21,33	24,58	23,72
Brioixeria	81,68	45,45	22,63	60,97	41,20	25,97
Aliments	1.271	1.228	1.234	1.076	1.128	1.074

En g/dia

Font: ENCAT 2002-2003

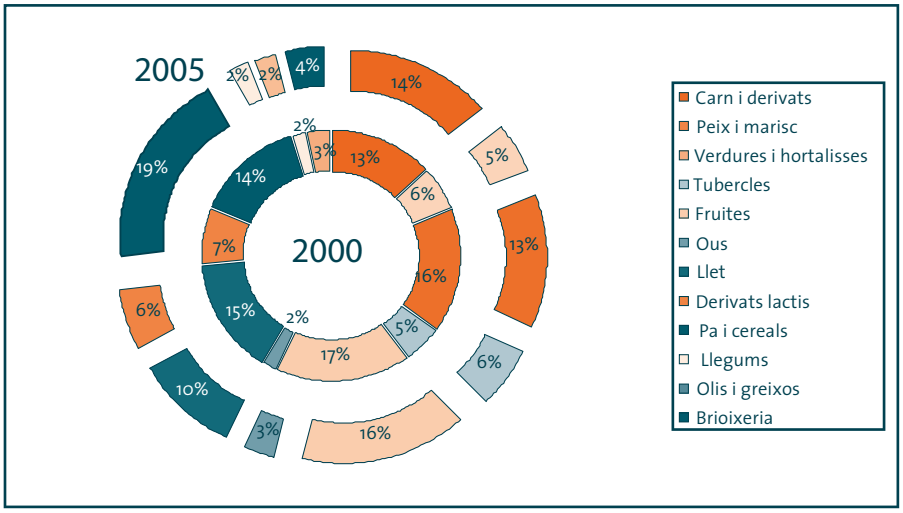
Figura 1. Distribució de la ingesta diària d'aliments en un home adult.



Font: ENCAT 2002-2003

A la figura 2 es representa la comparativa entre la distribució percentual de la ingesta diària d'aliments en un home adult entre les dades utilitzades en l'estudi 2000 i les dades utilitzades en l'actual estudi (ENCAT 2002-2003).

Figura 2. Comparació 2000-2005 ingesta diària d'aliments home adult.



Cal recordar el fet que, en tots els grups d'edat i de manera no homogènia, existeix un grup d'aliments que queda fora de l'estudi. Per exemple, dins del grup de carn són: cansalada i costella de porc crues, ventresca de porc a la graella, peus de porc a la planxa, ànec sencer rostit, colomí sense pell rostit, pit de gall dindi, gallina bullida, guatlla sencera, conill cru o estofat. Per valorar aquest tipus de dada, s'ha calculat el percentatge de representativitat de la selecció prenent com a 100% les dades de l'Encat. Aquestes dades es presenten a la taula 5.

Taula 5. Representativitat de la selecció d'aliments. Expressada en percentatge del total de l'enquesta.

Aliments	Homes			Dones		
	10-19 anys	20-65 anys	65-80 anys	10-19 anys	20-65 anys	65-80 anys
Carn i derivats	88	81	79	87	83	80
Peix i marisc	85	78	76	88	78	70
Vegetals	65	59	61	68	60	53
Tubercles	100	100	100	100	100	100
Fruites	64	70	74	62	60	68
Ous	98	99	97	99	99	100
Llet	98	81	63	88	74	59
Derivats lactis	75	73	76	84	73	82
Cereals	98	96	97	97	94	91
Llegums	66	51	63	63	56	58
Olis i greixos	100	100	100	100	100	100
Brioixeria	46	42	40	45	39	42

*En el cas dels derivats lactis la representativitat resulta sobredimensionada en escollir un formatge com a representant de tots ells.

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 x quantitat d'aliment ingerit)

O bé, expressat per unitat de pes corporal:

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

Encara que en l'estudi actual, com es pot observar a la taula anterior, s'ha millorat la representativitat dels aliments considerats, no hi és el total. Per fer una estimació tant acurada com sigui possible, s'ha calculat, per a cada contaminant, per a cada grup d'aliments i per a cada grup d'edat, quina seria la ingesta si el total considerat estigués format proporcionalment pels aliments analitzats.

A tall d'exemple, per la ingesta d'arsènic d'un home adult a través del peix i el marisc:

Taula 6. Estimació del total de As ingerit a través del peix i el marisc.

	Consum de peix	Ingesta de As
	g/dia	µg/dia
Total espècies analitzades	52,94	198,5
Total peix i marisc considerat*	67,53	253,2

* Encat 2002-2003.

Els totals considerats per als diferents grups d'aliments se sumen per calcular el total d'aliment considerat pel que fa a la ingesta.

Cal tenir en compte aquestes aproximacions a la realitat a l'hora d'avaluar la ingesta diària i fer comparacions entre els dos estudis i amb els valors obtinguts en altres regions o països.

3.9 Estimació de resultats inferiors al límit de detecció

Pel que fa als resultats analítics dels contaminants que estan per sota del límit de detecció de la tècnica analítica (LOD), seguint les recomanacions de l'OMS, es considera per al càlcul un valor igual a la meitat del LOD, de la mateixa manera que es va fer en estudis anteriors.

3.10 Avaluació del risc

3.10.1 Comparació amb els nivells de seguretat establerts

Per caracteritzar el risc que comporta la ingesta de cada contaminant, els valors obtinguts es comparen amb els nivells de seguretat establerts o recomanats.

3.10.2 Avaluació probabilística de l'exposició

S'ha realitzat una avaluació probabilística de l'exposició alimentària de la població catalana als diferents contaminants. S'ha aplicat una aproximació metodològica de tipus Montecarlo per obtenir una estimació fiable de la variabilitat de l'exposició. També s'han analitzat les diferents fonts d'incertesa i l'impacte en l'avaluació de l'exposició mitjançant anàlisis de sensitivitat.

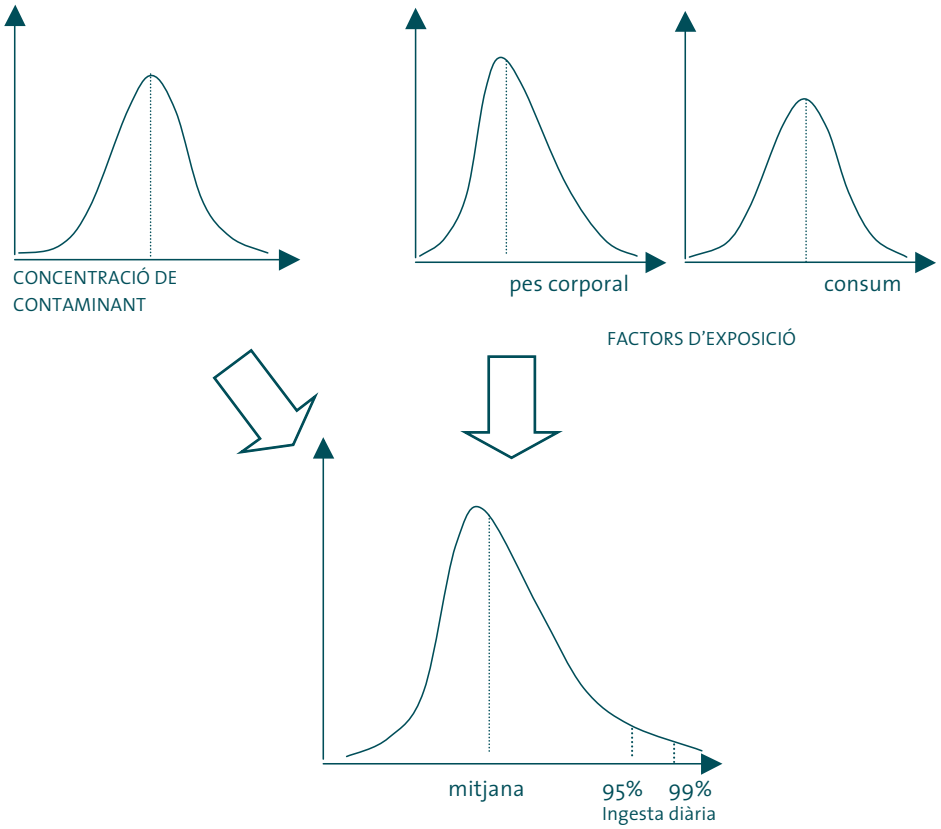
L'avaluació de l'exposició de la població als contaminants de la dieta requereix fonamentalment dos tipus de dades, a més del pes corporal: a) concentracions dels contaminants en un conjunt d'aliments tan variat com sigui possible, i b) consum diari d'aquests aliments per part de la població. Ambdós grups de dades estan afectats per la variabilitat inherent d'aquestes magnituds i per la incertesa derivada del nostre coneixement limitat. Aquestes variabilitats i incerteses de les dades d'origen impliquen variabilitat i incerteses en l'estimació de l'exposició diària mitjana de la població (figura 3).

Les dades de consum d'aliments s'obtenen mitjançant enquestes d'hàbits alimentaris, utilitzant diferents tipus de qüestionaris. Els dos tipus d'aproximacions més freqüents i que han estat aplicades en aquest treball són: a) el qüestionari de recordatori a curt termini (en el nostre cas de 24 hores), i b) el qüestionari de freqüència i quantitat de consum. Els primers solen ser més exactes i més detallats, però no donen una idea de la variabilitat poblacional. Els segons tenen més marge d'error, només permeten obtenir dades per "grups d'aliments", però, a canvi, permeten obtenir una aproximació a la variabilitat poblacional. Per això hem fet servir les dades dels primers per a l'avaluació determinista de l'exposició i els segons per a l'avaluació probabilística. Això pot introduir diferències als resultats que s'analitzaran en termes d'incertesa.

En el cas de la població infantil, les dades disponibles no permeten conèixer la distribució de freqüències de consum i, per tant, no s'ha pogut dur a terme una avaluació probabilística de l'exposició adequada.

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 d'un determinat nivell d'ingesta diària.

Figura 3. Estimació de la incertesa.



Qualsevol avaluació de l'exposició alimentària presenta múltiples fonts i tipus d'incerteses. L'EFSA, recomana en l'opinió relativa a les incerteses en l'avaluació dietètica de l'exposició, (2006), recomana fer una estimació gradual (tiered) de les incerteses.

En primer lloc, seria adient identificar els principals dèficits de coneixement que poden ser causa d'incertesa i fer una estimació qualitativa de com poden afectar els resultats (magnitud i direcció) de l'estimació de l'exposició (tier 1). Posteriorment, es faria una avaluació determinista de l'impacte individual de les principals fonts i tipus d'incertesa en l'avaluació de l'exposició (anàlisi de sensitivitat; tier 2). Finalment, es pot fer una avaluació probabilística de la incertesa global considerant tots els factors per als quals s'hagi demostrat més sensitivitat (tier 3). En aquest estudi arribarem fins al tier 2.

A la taula 7 es presenta un quadre resum de les principals incerteses al nivell de tier 1. Algunes no seran considerades 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. Farem una aproximació quantitativa a les incerteses introduïdes per la imprecisió de les dades de consum, de les concentracions de contaminant i de la composició dels grups d'aliments.

La taula 8 resumeix el tractament de la variabilitat i la incertesa dels inputs del model. Les simulacions Montecarlo han estat realitzades amb Microsoft Excel, complementat amb l'add-ins SIMTOOLS (d'http://home.uchicago. edu/~rmyerson/addins.htm). En general, s'han fet 10.000 passos comprovant que s'estabilitza el valor del percentil 99.

Taula 7. Fonts i tipus d'incertesa. 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 de l'exposició	Ambigüitat, imprecisió	NC		
Escenari d'exposició	Ambigüitat, imprecisió	NC		
	Extrapolació	Canvis d'hàbits alimentaris	+/-	--
	Factors exclosos	Aliments no considerats	+/-	+/-
			++/--	-
		Efectes del cuinat	+/-	--
		Variabilitat geogràfica		
Model d'exposició	Ambigüitat, imprecisió	NC		
	Estructura del model	Aproximacions 1 a5	+/-	+/-
	Extrapolació	NC		
	Factors exclosos	Biodisponibilitat	++	-
Inputs del model				
Pes corporal		Vegeu text	+/-	-
Consum d'aliments	Precisió, errors enquestes ó, mostreig,	Vegeu text	+++/---	++/--
Concentracions	Precisió, límits de detecci etc.	Vegeu text	++/--	
Composició de grups d'aliments	Precisió, errors enquestes, extrapolació	Vegeu text	+++/---	---
Performance de l'avaluació de l'exposició	Errors diversos	NC		

NC: no considerat

Per facilitar la comprensió dels resultats s'exposa a continuació un cas hipotètic. Suposem que per a un contaminant XX amb una RfD de 2,0 µg/kg/dia hem obtingut els resultats següents:

Estimació determinista per a un individu estàndard: 1,10 µg/kg/dia.

Estimació probabilística:

Ingesta diària relativa XX			µg/kg/dia									
	Variabilitat						Incertesa c*Q					
Grup població	mitjana	SD	P50	P75	P90	P95	mitjana	SD	P50	P75	P90	P95
TOTAL	**1,34**	**0,25**	**1,22**	**1,52**	**1,95**	**2,02**	**1,50**	**0,35**	**1,45**	**2,01**	**2,22**	**2,56**

L'estimació determinista indica que l'individu mitjà està exposat a una dosi diària d'1,10 µg/kg/dia, inferior a la RfD i, per tant, es pot garantir que no patirà efectes tòxics. L'estimació probabilística (primera columna) ens indica que la major part de la població es troba exposada per sota de la RfD, però que més del 5% (i menys del 10%) es troba per sobre, ja que el percentil 95 (2,02) és superior a la RfD i, per tant, no es pot garantir l'absència de risc tòxic per a aquest sector de població.

Per altra banda, la mitjana determinista (1,10 µg/kg/dia) no coincideix exactament amb la mitjana probabilística (1,34 µg/kg/dia). Aquesta discrepància es pot interpretar com una mesura de la incertesa associada a les dades de consum, ja que reflecteix fonamentalment les diferències entre les dades de l'enquesta de 24 hores i l'enquesta de freqüències, utilitzades respectivament a les dues aproximacions.

Les columnes amb la capçalera "Incertesa c*Q" indiquen els valors que s'obtenen quan es consideren les incerteses associades al càlcul de la concentració de contaminant en cada grup d'aliments, i que depenen tant de les incerteses de la concentració de XX en cada aliment analitzat, com de les incerteses de la composició d'aliments individuals de cada grup. Aquests valors es poden considerar com a cotes superiors raonables per a la mitjana, SD, mediana, etc.

Per tant, en aquest cas podríem interpretar els resultats de la manera següent:
La mitjana de la població no supera la RfD; només entre un 5% i un 10% de la població la supera; però tenint en compte les incerteses associades a les dades de consum i de concentració, aquest percentatge podria arribar a un màxim raonable del 25% (percentil 75).

Taula 8. Resum de les aproximacions aplicades en l'avaluació de la variabilitat i la incertesa de l'exposició.

Variable	Variabilitat	Comentaris	Incertesa
BW	Distribució Mitjana SD	Gamma ENCAT ENCAT	 No No
Q_{fg}	Distribució Mitjana SD	Gamma*binomial ENCAT qüestionaris de freqüència ENCAT qüestionaris de freqüència	 ENCAT 24 h-recordatori No
Bd	No	100%	No
c_f	No	Mitjana de 2 - 4 determinacions en mostres compostes	Lognormal SD = SEM
$(q_f/Q_{fg})_{24h}$	No	ENCAT 24 h - recordatori	Beta SD = mitjana/2

3.11 Evolució 2000-2005

Es compara el l'exposició als contaminants estudiants en els dos periodes de temps corresponents a ambdós estudis i s'avalua la tendència observada. Cal tenir en compte que les dades de l'estudi del 2000 i de l'estudi actual són difícils de comparar per diverses raons. En primer lloc, per la variació en les dades de consum alimentari emprades en els dos estudis, i, en segon lloc, per la necessària adequació de la llista d'aliments estudiats, amb la indispensable incorporació de nous aliments entre ells la inclusió de les catorze espècies de peix i marisc de més consum a Catalunya, factors que es tenen en consideració en realitzar l'avaluació.

4 Arsènic (As)

4.1 Resultats de les anàlisis d'aliments

Les concentracions detectades en els aliments analitzats es presenten a la taula 9. Només s'han detectat quantitats significatives de As en el grup de peix i marisc i a les mostres d'arròs. La concentració més elevada s'ha trobat al moll, amb 16,58 µg/g de pes fresc. També presenten nivells destacats la gamba (6,31 µg/g de pes fresc) i el llenguado (6,09 µg/g de pes fresc). A l'arròs la concentració detectada és de 0,18 µg/g.

Per considerar la proporció de As inorgànic que es troba en els aliments, i a diferència dels estudis anteriors on es considerava que la fracció inorgànica (més tòxica) és el 10% del contingut al peix i el 100% en la resta d'aliments, s'assumeix ara el % recomanat per l'EFSA (2009) d'acord amb la opinió recentment adoptada pel panell de contaminants sobre l'arsènic és a dir del 2% per el peix, del 3,5 % per el marisc i del 70% per la resta d'aliments.

Taula 9. Concentració d'arsènic total i inorgànic en els aliments. Valors mitjana.

Aliments	As total	As inorgànic
Carn i derivats	0,005	0,003
Peix i marisc	4,390	0,082
Verdures i hortalisses	0,006	0,004
Tubercles	0,008	0,006
Fruites	0,009	0,006
Ous	0,012	0,008
Llet	0,004	0,003
Derivats lactis	0,003	0,002
Pa i cereals	0,056	0,039
Llegums	0,003	0,002
Olis i greixos	0,006	0,004
Brioixeria	0,004	0,003

En µg/g de pes fresc

4.2 Contribució dels aliments a la ingesta

La ingesta diària d'arsènic total per a un home adult s'estima en 263,8 µg/dia, dels quals el 94% prové de la ingesta de peix i marisc i un 4% dels cereals.

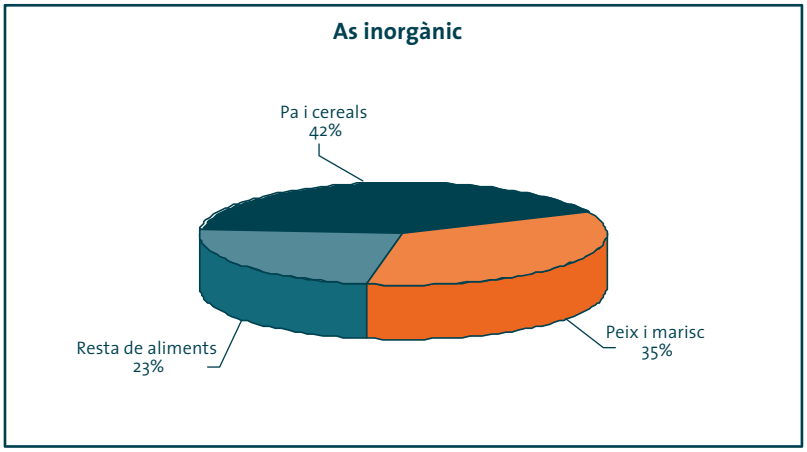
S'avalua la ingesta de As inorgànic en 16,25 µg/dia, dels que el 42% prové del grup del pa i cereals i el 35 % del peix i marisc (figura 4). Pel que fa a la aportació del pa i cereals, la contribució més remarcable és la de l'arròs amb 5,37 µg/dia, seguit de la pasta amb 1,11 µg/dia. De l'arsènic inorgànic del peix, l'aportació més important és deguda al lluç, amb 1,29 µg/dia, seguit de la gamba amb 0,78 µg/dia i el llenguado amb 0,67 µg/dia. Les espècies que menor contribució fan a la ingesta diària estimada d'arsènic inorgànic són l'emperador i la cloïssa, amb 0,002 µg/dia i 0,02 µg/dia respectivament.

A la taula 10 es presenta un resum de la ingesta per grups d'aliments.

Taula 10. Ingesta diària estimada d'arsènic total i d'arsènic inorgànic. Home adult, per grups d'aliments.

Aliments	Consum d'aliment	Ingesta de ES total	Ingesta de AS inorgànic
	g/dia	µg/dia	µg/dia
Carns i derivats	171,9	0,86	0,06
Peix i marisc	67,53	248,1	5,88
Verdures i hortalisses	159,7	0,93	0,65
Tubercles	73,06	0,58	0,41
Fruites	193,6	1,67	1,17
Ous	31,29	0,38	0,26
Llet	128,4	0,47	0,33
Derivats lactis	75,62	0,23	0,16
Pa i cereals	224,3	10,08	7,05
Llegums	30,36	0,09	0,06
Olis i greixos	27,16	0,28	0,20
Brioixeria	45,45	0,18	0,13
TOTAL aliments	1228	263,8	16,25

Figura 4. Contribució del tipus d'aliment a la ingesta diària d'arsènic inorgànic.



4.3 Ingesta diària estimada per grups de població

La taula 11 mostra la ingesta estimada d'arsènic total i arsènic inorgànic per als diferents grups de població, segons edat i sexe.

Taula 11. Ingesta diària estimada d'arsènic dels diferents grups de població.

Grup de població	Ingesta d'arsènic total	Ingesta d'arsènic inorgànic
Homes	263,8	16,25
Dones	259,3	14,27
Nens/es	141,3	14,35
Nois adolescents	183,9	14,71
Noies adolescents	184,0	13,42
Homes més grans de 65 anys	279,8	15,79
Dones més grans de 65 anys	220,0	12,78

En µg/dia

4.4 Avaluació del risc

4.4.1 Comparació amb els nivells de seguretat establerts

A la taula 12 es presenta la ingesta diària estimada d'arsènic inorgànic per consum dels aliments considerats, en els diferents grups de població, expressada en funció del pes corporal.

La ingesta estimada d'arsènic inorgànic es troba, en tots els grups de població, molt per sota del nivell de seguretat toxicològica de 15 µg/kg/setmana, establert pel Comitè Mixt FAO/OMS d'experts en additius i contaminants alimentaris (JECFA).

Recentment (2009), el grup d'experts en contaminats de la cadena alimentària, de la Autoritat Europea de Seguretat Alimentària, ha emès una opinió sobre arsènic en aliments. Encara que sotmès a controvèrsia científica, l'As inorgànic és considera probablement genotoxic i no es dubta del seu caràcter cancerigen. Per l'As inorgànic, l'EFSA proposa utilitzar com referència el límit baix del percentil 95% de la dosi experimental que produeix un 1% d'efecte (BMDL01) i que s'estableix en 0,3 µg/kg/dia.

Les dades aportades per 15 Estats membres, han permès a l'EFSA estimar que la exposició mitja dels ciutadans europeus a l'As inorgànic es situa, considerant les concentracions mínimes i màximes, en un rang entre 0,13 i 0,56 µg/kg/dia, sent els valors del percentil 95%, 0,37 -1,22 µg/kg/dia.

Com es pot comprovar a la taula 12 tots els valors d'ingesta calculats per els grups de població catalana es troben en el mateix rang. L'exposició dietètica dels nens es superior a la dels adults, atés que durant la infància fan un major consum d'aliments en relació al seu pes corporal. Això no indica necessàriament un risc més elevat per què els efectes són deguts a l'exposició a llarg termini i els nivells d'exposició estan en el rang dels valors de BMDL01.

Taula 12. Ingesta d'arsènic inorgànic relativa al pes corporal.

Grup de població	Ingesta d'arsènic inorgànic	
	µg/kg/dia	µg/kg/setmana
Homes	0,23	1,62
Dones	0,26	1,82
Nens/es	0,67	4,25
Nois adolescents	0,26	1,84
Noies adolescents	0,25	1,77
Homes més grans de 65 anys	0,24	1,70
Dones més grans de 65 anys	0,21	1,49

Els homes adults i els majors de 65 anys conformen els grups de població amb la ingesta estimada d'arsènic inorgànic més elevada amb 16,25 i 15,79 µg/dia respectivament.

L'avaluació del risc s'ha dut a terme seguint les recomanacions de l'EFSA 2009 per l'exposició a aquest tipus de substàncies que presenten efectes genotòxics i carcinògens, utilitzant el Marge d'Exposició o MOE (Margin

of Exposure). El MOE es un quocient de risc i es calcula dividint la BMDL01 per la dosi que es vol avaluar. Per tant, en una situació concreta es desitjable un valor de MOE el més alt possible.

4.4.2 Avaluació probabilística de l'exposició

A la taula 13 es presenten els resultats de l'avaluació probabilística de l'exposició a l'arsènic inorgànic a través de la dieta.

Taula 13. Ingesta relativa de As inorgànic per grups de població. Distribució dels valors d'exposició i influència d'algunes incerteses.

Grup de població	Variabilitat						Incertesa c*Q					
	mitjana	SD	P50	P75	P90	P95	mitjana	SD	P50	P75	P90	P95
Homes	0,22	0,07	0,21	0,26	0,31	0,34	0,27	0,08	0,26	0,32	0,38	0,42
Dones	0,25	0,08	0,24	0,29	0,35	0,39	0,30	0,09	0,29	0,35	0,43	0,47
Nois adolescents	0,27	0,11	0,26	0,33	0,41	0,47	0,33	0,13	0,31	0,39	0,49	0,57
Noies adolescents	0,27	0,09	0,25	0,32	0,38	0,42	0,32	0,11	0,31	0,38	0,46	0,51
Homes > de 65 anys	0,21	0,06	0,20	0,24	0,29	0,32	0,25	0,07	0,24	0,29	0,35	0,39
Dones > de 65 anys	0,23	0,08	0,22	0,27	0,33	0,37	0,28	0,09	0,27	0,33	0,40	0,45
TOTAL	**0,24**	**0,08**	**0,23**	**0,29**	**0,35**	**0,39**	**0,30**	**0,10**	**0,28**	**0,35**	**0,43**	**0,48**

En µg/kg/dia

Es pot observar una coincidència considerable entre els valors de les mitjanes de l'estudi probabilístic amb els càlculs deterministes. Lògicament al tenir en compte la incertesa, aquests valors augmenten. En cap cas, ni al considerar la variabilitat, ni en el pitjor escenari raonable que es crea al tenir en compte les incerteses associades a les dades de consum i de concentració, s'observa que l'exposició calculada s'aproximi al nivell de seguretat toxicològic de 15 µg/kg/setmana establert pel Comitè Mixt FAO-OMS d'experts en additius i contaminants alimentaris (JECFA). Per contra si atenem a les recomanacions de l'EFSA 2009, entre un 5 i un 25% de la població al considerar la variabilitat, o entre un 5 i un 50% si afegim la incertesa, superen el límit baix del percentil 95 de la BMDL01, és a dir els 0,3 µg/kg/dia, tot i que els valors són de magnituds similars i es troben dins del rang de la BMDL01 (0,3-8,0 µg/kg/dia), i per tant els corresponents MOEs són molt baixos o inexistents.

4.5 Evolució 2000-2005

4.5.1 Concentració

A la taula 14 es presenta la variació detectada en la concentració de As total en els grups d'aliments. Es pot observar un notable increment en les concentracions en peix i marisc, l'aliment de més gran transcendència en aquest cas. La resta de grups presenten variacions de diversos signes i magnituds: augmenten les concentracions en verdures, fruites, ous, pa i cereals, i llegums, i disminueixen en carn i derivats, tubercles, llet, derivats lactis, i olis i greixos.

Taula 14. Variació temporal de As total en els grups d'aliments. 2000-2005.

Aliments	2000	2005
Carn i derivats	0,020	0,005
Peix i marisc	2,21	4,39
Verdures i hortalisses	0,002	0,006
Tubercles	0,013	0,008
Fruites	0,002	0,009
Ous	0,002	0,012
Llet	0,006	0,004
Derivats lactis	0,023	0,003
Pa i cereals	0,042	0,056
Llegums	0,002	0,003
Olis i greixos	0,092	0,006
Brioixeria	-	0,004

En µg/g de pes fresc

4.5.2 Ingesta

A la taula 15 s'observa la variació en la ingesta diària de As inorgànic entre els estudis del 2000 i del 2005. En el còmput global, la ingesta diària calculada resulta molt menor que en l'estudi anterior, fent-se difícil la comparació degut al canvi en el consum de peix i a la consideració de diferents % de As inorgànic en l'estudi actual.

Taula 15. Evolució de la ingesta diària de As inorgànic. 2000-2005.

Aliments	Consum d'aliment		Ingesta de As inorgànic	
	g/dia		µg/dia	
	2000	Encat 2003	2000	2005
Carn i derivats	185	171,9	3,70	0,60
Peix i marisc	92	67,53	20,33	5,88
Verdures i hortalisses	226	159,7	0,34	0,65
Tubercles	74	73,06	0,96	0,41
Fruites	239	193,6	0,36	1,17
Ous	34	31,29	0,51	0,26
Llet	217	128,4	1,30	0,33
Derivats lactis	106	75,62	2,39	0,16
Pa i cereals	206	224,3	8,73	7,05
Llegums	24	30,36	0,04	0,06
Olis i greixos	41	27,16	3,76	0,20
Brioixeria		45,45		0,13
Total aliment considerat	**1444**	**1228**	**42,42**	**16,25**

4.6 Altres estudis

A la taula 16 es presenten les dades d'alguns estudis similars d'arreu del món, on, tot i sent difícils les comparances per raons de les diverses metodologies i dissenys d'estudi emprats, podem situar-nos en l'entorn.

Taula 16. Ingesta diària de As total. Comparativa amb altres estudis d'ingesta.

País	µg/dia	Autors
Catalunya	264	Aquest estudi
Índia (oest de Bengala)	150	Signes, A i col·l., 2008
Bangladesh	150	Ohno, K i col·l., 2007
Índia	137	Uchino, T i col·l., 2006
Índia	228	Uchino, T icol·l., 2006
Índia	568	Uchino, T i col·l., 2006
Xile (Santiago de Xile)	77	Muñoz, O i col·l., 2005
França	62	Leblanc, JC i col·l., 2005
Espanya (Huelva)	150	Bordajandi, LR i col·l., 2004
França	147	Noël, L i col·l., 2003
Mèxic	39 - 394	Del Razo, LM i col·l., 2002
EUA	46	Moschandreas, DJ i col·l., 2002
Catalunya	225	Estudi 2000
Regne Unit	120	Ysart, GE i col·l., 2000
Catalunya (Tarragona)	273	Llobet, JM i col·l., 1998
País Basc	291	Urieta, L i col·l., 1996

5 Cadmi (Cd)

5.1 Resultats de les anàlisis d'aliments

Les concentracions detectades en els aliments analitzats es presenten a la taula 17.
Els nivells més elevats els trobem als llegums i el peix, en concret a la mongeta amb 0,234 µg/g de pes fresc, la cloïssa amb 0,143 µg/g de pes fresc i el musclo amb 0,132 µg/g de pes fresc.

Taula 17. Concentració mitjana de cadmi en els aliments.

Aliments	Cd
Carn i derivats	0,023
Peix i marisc	0,039
Verdures i hortalisses	0,007
Tubercles	0,025
Fruites	0,005
Ous	0,005
Llet	0.005
Derivats lactis	0,005
Pa i cereals	0,016
Llegums	0,120
Olis i greixos	0,045
Brioixeria	0,005

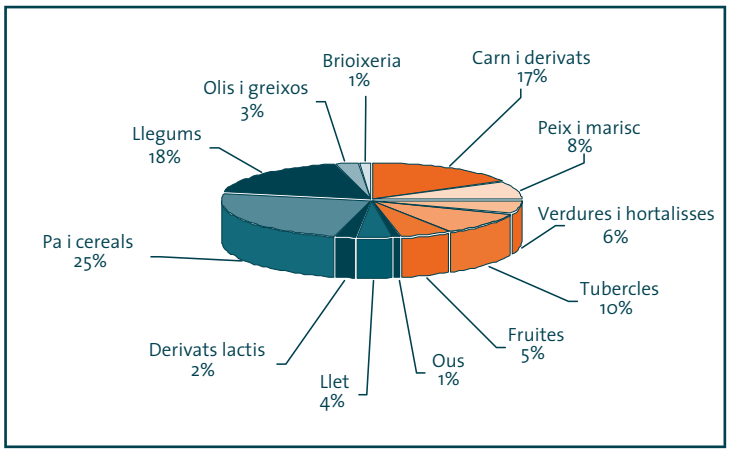
En µg/g de pes fresc

5.2 Contribució dels aliments a la ingesta

La ingesta estimada de cadmi per a un home adult, a través del consum d'aliments, és de 17,19 µg/dia. Les aportacions més significatives provenen del pa i els cereals amb 4,21 µg/dia i dels llegums amb 3,09 µg/dia.

A la figura 5 es pot observar la contribució percentual dels diferents grups d'aliments a la ingesta diària de cadmi. A la taula 18 es presenta un resum de les dades d'ingesta per grups d'aliments.

Figura 5. Contribució del tipus d'aliment a la ingesta diària de cadmi.



Taula 18. Ingesta diària estimada de cadmi. Home adult, per grups d'aliments.

Aliments	Consum d'aliment	Ingesta de Cd
	g/dia	µg/dia
Carn i derivats	171,9	2,92
Peix i marisc	67,53	1,43
Verdures i hortalisses	159,7	0,98
Tubercles	73,06	1,80
Fruites	193,6	0,94
Ous	31,29	0,15
Llet	128,4	0,64
Derivats lactis	75,62	0,38
Pa i cereals	224,3	4,21
Llegums	30,36	3,09
Olis i greixos	27,16	0,43
Brioixeria	45,45	0,22
TOTAL aliments	**1.228**	**17,19**

5.3 Ingesta diària estimada per grups de població

La taula 19 mostra la ingesta estimada de cadmi per als diferents grups de població, segons edat i sexe. El grup de població amb una ingesta diària estimada de cadmi més alt és el format per nois adolescents, seguit pel d'homes adults.

Taula 19. Ingesta diària estimada de cadmi dels diferents grups de població.

Grup de població	Ingesta de cadmi
Homes	17,19
Dones	13,95
Nens i nenes	16,21
Nois adolescents	17,58
Noies adolescents	14,76
Homes més grans de 65 anys	16,44
Dones més grans de 65 anys	14,52

En µg/dia

5.4 Avaluació del risc

5.4.1 Comparació amb els nivells de seguretat establerts

A la taula 20 es mostra la ingesta diària estimada de cadmi per consum d'aliments en els diferents grups de població expressada en funció del pes corporal.

Taula 20. Ingesta de cadmi relativa al pes corporal.

Grup de població	Ingesta de cadmi µg/kg/dia	Ingesta de cadmi µg/kg/setmana*
Homes	0,246	1,72
Dones	0,254	1,78
Nens i nenes	0,675	4,73
Nois adolescents	0,314	2,20
Noies adolescents	0,279	1,95
Homes més grans de 65 anys	0,253	1,77
Dones més grans de 65 anys	0,242	1,69

* aproximat

Tots els grups de població fan ingestes diàries per sota del valor del nivell de seguretat toxicològic establert pel JECFA en 7 µg/kg/setmana. Si es considera el nou valor de seguretat establert per l'EFSA el març de 2009 de 2,5 µg/kg/setmana els nens i les nenes el superen.

5.4.2 Avaluació probabilística de l'exposició

A la taula 21 es presenten els resultats de l'avaluació probabilística de l'exposició al cadmi a través de la dieta.

Taula 21. Ingesta relativa de Cd per grups de població. Distribució dels valors d'exposició i influència d'algunes incerteses.

Grup de població	Variabilitat						Incertesa c*Q					
	mitjana	SD	P50	P75	P90	P95	mitjana	SD	P50	P75	P90	P95
Homes	0,24	0,06	0,24	0,28	0,32	0,35	0,29	0,07	0,28	0,34	0,39	0,43
Dones	0,24	0,07	0,24	0,28	0,33	0,36	0,29	0,08	0,28	0,33	0,39	0,43
Nois adolescents	0,34	0,12	0,32	0,40	0,49	0,56	0,39	0,14	0,37	0,47	0,57	0,65
Noies adolescents	0,32	0,09	0,30	0,37	0,44	0,49	0,37	0,11	0,36	0,43	0,52	0,57
Homes >de 65 anys	0,23	0,06	0,22	0,26	0,30	0,33	0,26	0,06	0,25	0,30	0,35	0,38
Dones >de 65 anys	0,25	0,07	0,24	0,29	0,34	0,38	0,28	0,08	0,26	0,32	0,39	0,43
TOTAL	**0,26**	**0,08**	**0,25**	**0,31**	**0,37**	**0,41**	**0,30**	**0,09**	**0,29**	**0,35**	**0,42**	**0,47**

En µg/kg/dia

Es pot observar una coincidència entre els valors de les mitjanes de l'estudi probabilístic i els càlculs deterministes (taula 21). Lògicament, en tenir en compte la incertesa, aquests valors augmenten. En cap cas, ni quan es considera la variabilitat, ni en el pitjor escenari raonable que es crea en tenir en compte les incerteses associades a les dades de consum i de concentració, s'observa que l'exposició calculada superi el nivell de seguretat toxicològic de 7 µg/kg/setmana establert pel Comitè Mixt FAO/OMS d'experts en additius i contaminants alimentaris (JECFA). En canvi, tal com passa en la majoria dels països del nostre entorn, una part de la població (entre el 5 i el 50%) sobrepassen lleugerament el nou nivell de 2,5 µg/kg/setmana si tenim en compte variabilitat i incertesa. El percentil 95 (alt) de la població realitza una ingesta de cadmi entre 0,43-0,65 µg/kg/dia, es a dir 3,01- 4,55 µg/kg/setmana, segons el grup considerat.

5.5 Evolució 2000-2005

5.5.1 Concentració

A la taula 22 es pot observar la variació detectada en la concentració de Cd en els grups d'aliments.

Taula 22. Variació temporal de Cd en els grups d'aliments. 2000-2005.

Aliments	2000	2005
Carn i derivats	0,006	0,023
Peix i marisc	0,036	0,039
Verdures i hortalisses	0,005	0,007
Tubercles	0,020	0,025
Fruites	0,001	0, 005
Ous	0,008	0,005
Llet	0,002	0,005
Derivats lactis	0,006	0,005
Pa i cereals	0,033	0,016
Llegums	0,0005	0,120
Olis i greixos	0,008	0,045
Brioixeria		0,005

En µg/g de pes fresc

Resulta complex extreure'n una conclusió indiscutible sobre la tendència general. Tanmateix, les variacions són de magnitud molt diferent i de signes oposats: incrementen les concentracions carn i derivats, peix i marisc, verdures, tubercles, fruites, llet, olis i greixos i especialment llegums, i disminueixen en ous, derivats lactis, i pa i cereals.

5.5.2 Ingesta

A la taula 23 s'observa la variació en la ingesta diària de cadmi entre els estudis del 2000 i el 2005. En el còmput global, la ingesta no varia substancialment (9%).

Taula 23. Variacions en la ingesta diària de cadmi. 2000-2005.

Aliments	Consum d'aliment		Ingesta de Cd	
	g/dia		µg/dia	
	2000	Encat 2003	2000	2005
Carn i derivats	185	171,9	1,11	2,92
Peix i marisc	92	67,53	3,33	1,43
Verdures i hortalisses	226	159,7	1,13	0,98
Tubercles	74	73,06	1,47	1,80
Fruites	239	193,6	0,22	0,94
Ous	34	31,29	0,27	0,15
Llet	217	128,4	0,43	0,64
Derivats lactis	106	75,62	0,64	0,38
Pa i cereals	206	224,3	6,80	4,21
Llegums	24	30,36	0,01	3,09
Olis i greixos	41	27,16	0,33	0,43
Brioixeria		45,45		0,22
Total aliments considerat	**1.444**	**1.228**	**15,74**	**17,19**

5.6 Altres estudis

A la taula 24 es presenten les dades d'alguns estudis similars d'arreu del món, on, tot i sent difícils les comparances per raons de les diverses metodologies i dissenys d'estudi emprats, podem situar-nos en l'entorn.

Taula 24. Ingesta diària de Cd. Comparativa amb altres estudis d'ingesta.

País	µg/dia	Autors
Catalunya	17,2	Aquest estudi
Xina	41,9	Zheng, N i col·l., 2007
Japó	15,9	Aung, NN i col·l., 2006
Egipte	1,47	Radwan, MA i col·l., 2006
Corea	14,3	Lee, H i col·l., 2006
Xile (Santiago de Xile)	20	Muñoz, O i col·l., 2005
França	2,7	Leblanc, JC i col·l., 2005
Polònia	16,4 - 34,5	Marzec, Z i col·l., 2004
Espanya	7,7	Bordajandi, LR i col·l., 2004
Brasil (Rio de Janeiro)	1,8	Santos, EE i col·l., 2004
França	3,6	Noël, L i col·l., 2003
EUA	7,21	Moschandreas, DJ i col·l., 2002
Catalunya	15,8	Estudi 2000
Regne Unit	12	Ysart, GE i col·l., 2000
Catalunya (Tarragona)	18	Llobet, JM i col·l., 1998
País Basc	11	Urieta, L i col·l., 1996

6 Mercuri (Hg)

6.1 Resultats de les anàlisis d'aliments

Les concentracions detectades en els diferents aliments analitzats es presenten a la taula 25.

Només es troben valors considerables, per sobre del límit de detecció, en el grup de peix i marisc. Les quantitats més elevades s'han detectat a l'emperador amb un valor mitjà d'1,93 µg/g de pes fresc. També presenta un valor destacat la tonyina,amb 0,48 µg/g de pes fresc. Els valors més baixos es troben a la sípia, la cloïssa i el musclo.

Taula 25. Concentració de mercuri total en els aliments.

Aliments	Hg
Carn i derivats	0,005
Peix i marisc	0,247
Verdures i hortalisses	0,004
Tubercles	0,004
Fruites	0,008
Ous	0,009
Llet	0,004
Derivats lactis	0,004
Pa i cereals	0,004
Llegums	0,022
Olis i greixos	0,004
Brioixeria	0,004

En µg/g de pes fresc

6.2 Contribució dels aliments a la ingesta

La taula 26 presenta la ingesta diària estimada de mercuri i metilmercuri (MeHg) per a un home adult.

La ingesta estimada de mercuri a través de la dieta és de 18,58 µg/dia. Si es considera que exclusivament el 90% del mercuri present en el peix està en forma de metilmercuri, la ingesta estimada de l'home estàndard és d'11,35 µg de MeHg/dia.

La contribució més important a aquesta ingesta es deu a la tonyina i el lluç, amb 4,91 µg/dia i 2,94 µg/dia, respectivament. Tot i que l'emperador és l'aliment estudiat que presenta més concentració de mercuri, el seu consum és baix (0,06 g/dia), per la qual cosa no representa una contribució global significativa.

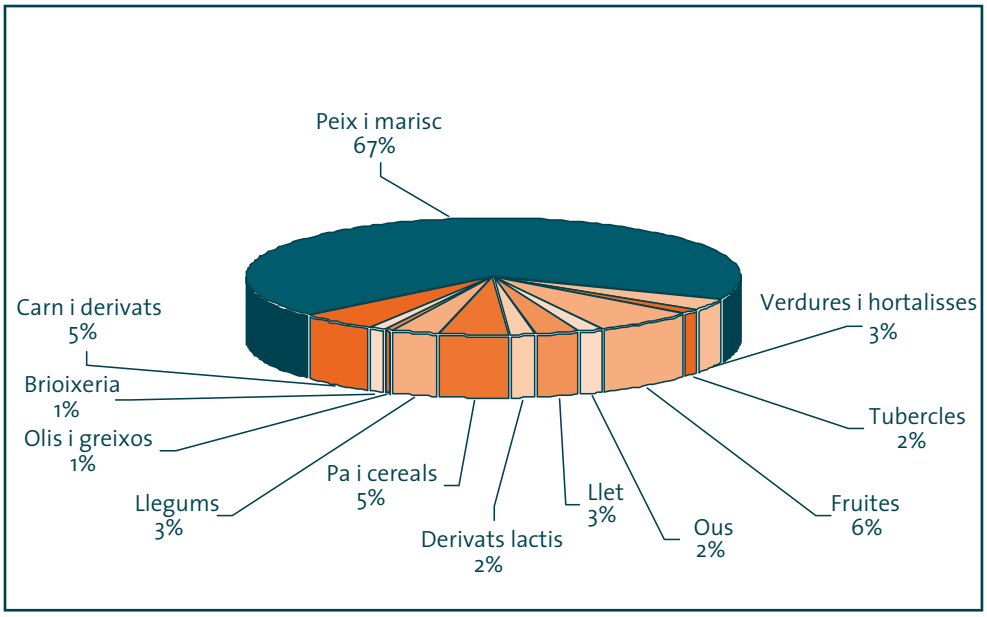
Atenent al 100% del consum de peix i marisc com a única font considerable de mercuri, el peix blau contribueix en un 58% a la ingesta, principalment pel consum de tonyina. El peix blanc representa el 35%, amb el lluç com a principal component; tot i que la concentració en el lluç no és gaire elevada (0,19 µg/g), el seu consum és important (15,8 g/dia), per la qual cosa la seva contribució és determinant en aquest tipus de peix. Els crustacis i el marisc representen el 7% de la ingesta.

A la figura 6 es presenta la contribució relativa a tots els grups d'aliments.

Taula 26. Ingesta diària estimada de mercuri total i metilmercuri. Home adult, per grups d'aliments.

Aliments	Consum d'aliment	Ingesta de Hg total	Ingesta de MeHg
	g/dia	µg/dia	µg/dia
Carn i derivats	171,9	0,95	
Peix i marisc	67,53	12,61	11,35
Verdures i hortalisses	159,7	0,61	
Tubercles	73,06	0,29	
Fruites	193,6	1,25	
Ous	31,29	0,28	
Llet	128,4	0,51	
Derivats lactis	75,62	0,30	
Pa i cereals	224,3	0,90	
Llegums	30,36	0,58	
Olis i greixos	27,16	0,11	
Brioixeria	45,45	0,18	
TOTAL aliments	**1.228**	**18,58**	**11,35**

Figura 6. Contribució del tipus d'aliment a la ingesta diària de mercuri total.



6.3 Ingesta diària estimada per grups de població

La taula 27 mostra la ingesta estimada de mercuri per als diferents grups de població, segons edat i sexe. L'home és el grup de població que fa una ingesta diària de mercuri més elevada, amb 18,58 µg/dia.

Taula 27. Ingesta diària estimada de mercuri i metilmercuri dels diferents grups de població.

Grup de població	Ingesta diària de mercuri total	Ingesta diària de metilmercuri
Homes	18,58	11,35
Dones	16,60	10,29
Nens i nenes	13,30	6,26
Nois adolescents	14,18	7,31
Noies adolescents	15,19	9,01
Homes més grans de 65 anys	16,58	10,16
Dones més grans de 65 anys	13,11	7,70

En µg/dia

6.4 Avaluació del risc

6.4.1 Comparació amb els nivells de seguretat establerts

A la taula 28 es mostra la ingesta estimada de mercuri total i metilmercuri en els diferents grups de població, expressada en funció del pes corporal.

Així l'home adult, amb una ingesta d'1,86 µg/kg/setmana, derivada majoritàriament del consum de peix (1,26 µg/kg/setmana), està clarament per sota del nivell de seguretat toxicològica establert pel JECFA de 5 µg/kg/setmana. La ingesta estimada de mercuri més elevada correspon als nens i les nenes, amb 3,88 µg/kg/setmana.

Taula 28. Ingesta de mercuri total i metilmercuri relativa al pes corporal.

Grup de població	Ingesta diària de mercuri total	Ingesta setmanal de mercuri total	Ingesta diària de metilmercuri	Ingesta setmanal de metilmercuri
Homes	0,27	1,86	0,16	1,14
Dones	0,30	2,11	0,19	1,31
Nens i nenes	0,55	3,88	0,26	1,83
Nois adolescents	0,25	1,77	0,13	0,91
Noies adolescents	0,25	2,01	0,17	1,19
Homes > de 65 anys	0,26	1,79	0,16	1,09
Dones > de 65 anys	0,22	1,53	0,13	0,90

En µg/kg/dia i µg/kg/setmana

Pel que fa a la ingesta de metilmercuri, el valor de la ingesta tolerable s'estableix en 1,6 µg/kg/setmana; els nens i les nenes el superen amb una ingesta d'1,83 µg/kg/setmana (1,31 en l'estudi del 2000), i les dones s'hi aproximen amb 1,31 µg/kg/setmana. Cal tenir en compte la inclusió d'un gran nombre d'espècies en el present estudi, entre elles grans espècies depredadores, de les quals se'n coneix l'elevada capacitat d'acumular aquest metall en els teixits.

Cal esmentar que la FAO/OMS va reduir la ingesta setmanal provisional tolerable per al metilmercuri de 3,3 a 1,6 µg/kg/setmana, ja que considerava 1,6 com el límit recomanable per protegir el fetus en el cas de les dones embarassades. Així, tot i que la xifra que cal aplicar en la població general podria ser 3,3, es recomana consi-

derar 1,6 per a tota la població, adults, nens i nenes i embarassades per a més seguretat. Els conceptes abans esmentats cal posar-los en el seu context; segons les dades de consum de l'estudi Enkid, es considera nul·la la ingesta d'emperador per als nens i les nenes, i en les dades estimades per a adults considerem una ingesta diària de 0,06 g/dia. Aquesta darrera dada correspondria a 1 ració cada 357 setmanes.

Resulta evident, doncs, que a nivell poblacional el mercuri contingut en l'emperador no representa cap problema, però a nivell individual, i sobretot pel que fa a dietes esbiaixades de la mitjana, caldria no sobrepassar els màxims esmentats.

6.4.2 Avaluació probabilística de l'exposició

A la taula 29 es presenten els resultats de l'avaluació probabilística de l'exposició al mercuri total a través de la dieta.

Taula 29. Ingesta relativa de mercuri total per grups de població. Distribució dels valors d'exposició i influència d'algunes incerteses.

Grup de població	Variabilitat						Incertesa c*Q					
	mitjana	SD	P50	P75	P90	P95	mitjana	SD	P50	P75	P90	P95
Homes	0,25	0,11	0,23	0,30	0,39	0,44	0,28	0,12	0,26	0,35	0,44	0,51
Dones	0,28	0,12	0,27	0,34	0,43	0,49	0,33	0,13	0,31	0,40	0,51	0,57
Nois adolescents	0,28	0,14	0,25	0,34	0,45	0,54	0,33	0,17	0,30	0,40	0,54	0,64
Noies adolescents	0,31	0,14	0,29	0,38	0,50	0,57	0,37	0,17	0,34	0,46	0,59	0,68
Homes > de 65 anys	0,24	0,09	0,22	0,29	0,35	0,40	0,28	0,11	0,27	0,34	0,42	0,48
Dones >de 65 anys	0,24	0,10	0,22	0,29	0,37	0,42	0,28	0,12	0,26	0,35	0,44	0,51
TOTAL	**0,28**	**0,12**	**0,25**	**0,34**	**0,43**	**0,50**	**0,33**	**0,14**	**0,30**	**0,40**	**0,51**	**0,60**

En µg/kg/dia

Es pot observar una coincidència considerable entre els valors de les mitjanes de l'estudi probabilístic amb els càlculs deterministes. Lògicament, en tenir en compte la incertesa, aquests valors augmenten. En cap cas, ni quan es considera la variabilitat, ni en el pitjor escenari raonable que es crea en tenir en compte les incerteses associades a les dades de consum i de concentració, s'observa que l'exposició calculada superi el nivell de seguretat toxicològic de 5 µg/kg/setmana, establert pel Comitè Mixt FAO/OMS d'experts en additius i contaminants alimentaris (JECFA). El percentil 95 (alt) de la població realitza una ingesta de mercuri entre 0,51-0,68 µg/kg/dia, es a dir 3,57-4,47 µg/kg/setmana, segons el grup considerat.

6.5 Evolució 2000-2005

6.5.1 Concentració

La variació en la concentració de mercuri en els grups d'aliments es mostra a la taula 30. S'observa un increment en la concentració en peix i marisc, l'aliment més aportador de la dieta. Cal tenir en compte les diferèn-

cies entre els dos estudis pel que fa a nombre d'espècies de peix i la inclusió de predadors. Així mateix, s'observa un increment en verdures, fruites i llegums; es detecten increments no tan importants en tubercles, ous i llet, i s'aprecia una disminució dels valors en carn i derivats, derivats lactis, pa i cereals i olis i greixos.

Taula 30. Variació temporal de Hg total en els grups d'aliments. 2000-2005.

Aliments	2000	2005
Carn i derivats	0,012	0,005
Peix i marisc	0,097	0,247
Verdures i hortalisses	0,0005	0,004
Tubercles	0,003	0,004
Fruites	0,0005	0,008
Ous	0,008	0,009
Llet	0,003	0,004
Derivats lactis	0,012	0,004
Pa i cereals	0,030	0,004
Llegums	0,0005	0,022
Olis i greixos	0,030	0,004
Brioixeria	-	0,004

En µg/g de pes fresc

6.5.2 Ingesta

La ingesta total de mercuri estimada, a la taula 31, per a un individu estàndard a Catalunya és de 18,58 µg/dia. Aquest valor és lleugerament inferior a la ingesta estimada l'any 2000, en què va ser de 21,21 µg/dia. Pel que fa a la ingesta de metil mercuri, considerant que aquesta prové exclusivament del peix, es contempla un augment del 41% respecte al valor considerat per l'estudi de 2000, dada que es correlaciona amb l'increment de concentració observat.

Taula 31. Variacions en la ingesta diària de mercuri total i metil mercuri. 2000-2005.

Aliments	Consum d'aliment		Ingesta de Hg total		Ingesta de MeHg	
	g/dia		µg/dia		µg/dia	
	2000	Encat 2003	2000	2005	2000	2005
Carn i derivats	185	171,9	2,28	0,95		
Peix i marisc	92	67,53	8,92	12,61	8,03	11,35
Verdures i hortalisses	226	159,7	0,11	0,61		
Tubercles	74	73,06	0,22	0,29		
Fruites	239	193,6	0,12	1,25		
Ous	34	31,29	0,22	0,28		
Llet	217	128,4	0,65	0,51		
Derivats lactis	106	75,62	1,27	0,30		
Pa i cereals	206	224,3	6,18	0,90		
Llegums	24	30,36	0,01	0,58		
Olis i greixos	41	27,16	1,23	0,11		
Brioixeria		45,45		0,18		
Total aliments considerat	**1444**	**1228**	**21,21**	**18,58**	**8,03**	**11,35**

6.6 Altres estudis

A la taula 32 es presenten les dades d'alguns estudis similars d'arreu del món, on, tot i sent difícils les comparacions per raons de les diverses metodologies i dissenys d'estudi emprats, podem situar-nos en l'entorn.

Taula 32. Ingesta diària de mercuri total. Comparativa amb altres estudis d'ingesta.

País	Hg total	Autors
Catalunya	18,58	Aquest estudi
Xina	2,1	Zheng, N i col·l., 2007
Corea	1,6	Lee, H i col·l., 2006
França	9,7	Leblanc, JC i col·l., 2005
Xile (Santiago de Xile)	5	Muñoz, O i col·l., 2005
Polònia	6,7	Marzec, Z i col·l., 2004
Espanya	9,8	Bordajandi, LR i col·l., 2004
França	9	Noël, L i col·l., 2003
Catalunya	21,21	Estudi 2000
Regne Unit	31	Ysart, GE i col·l., 1999
País Basc	18	Urieta, L i col·l., 1996

En µg/dia

7 Plom (Pb)

7.1 Resultats de les anàlisis d'aliments

Les concentracions detectades en els diferents aliments analitzats es presenten a la taula 33.

Taula 33. Concentració de Pb en els aliments. Valors mitjana.

Aliments	Pb
Carn i derivats	0,024
Peix i marisc	0,042
Verdures i hortalisses	0,013
Tubercles	0,013
Fruites	0,013
Ous	0,013
Llet	0,024
Derivats lactis	0,013
Pa i cereals	0,013
Llegums	0,028
Olis i greixos	0,083
Brioixeria	0,013

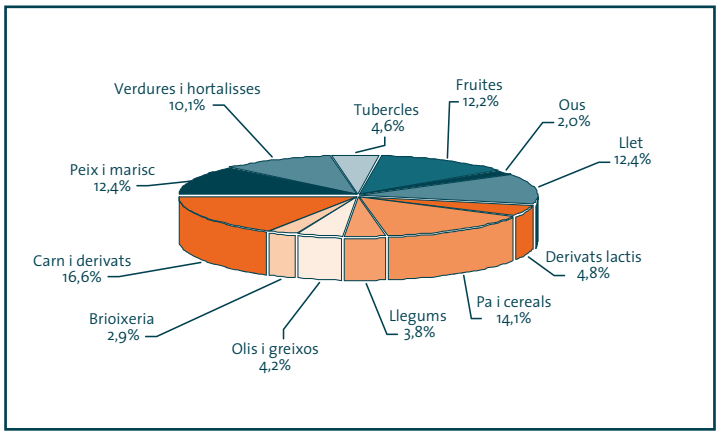
En µg/g de pes fresc

Els nivells més elevats els trobem en el grup d'olis i greixos amb 0,083 µg/g de pes i el de peix i marisc amb 0,042 µg/g de pes fresc. En particular, cal destacar els valors trobats per a l'oli de gira-sol (0,29 µg/g), el salmó (0,10 µg/g de pes fresc) i el musclo (0,16 µg/g de pes fresc).

7.2 Contribució dels aliments a la ingesta

Per a l'home adult, la ingesta de plom a través del consum d'aliment és de 20,63 µg/dia. Pel que fa a l'aportació per tipus d'aliment, es mostra a la figura 7 en forma de percentatges. A la taula 34 es presenten aquestes dades resumides per grups.

Figura 7. Contribució del tipus d'aliment a la ingesta diària de plom.



Taula 34. Ingesta diària estimada de plom. Home adult, per grups d'aliments.

Aliments	Consum d'aliment	Ingesta de Pb
	g/dia	µg/dia
Carn i derivats	171,9	3,43
Peix i marisc	67,53	2,55
Verdures i hortalisses	159,7	2,08
Tubercles	73,06	0,95
Fruites	193,6	2,52
Ous	31,29	0,41
Llet	128,4	2,56
Derivats lactis	75,62	0,98
Pa i cereals	224,3	2,92
Llegums	30,36	0,78
Olis i greixos	27,16	0,87
Brioixeria	45,45	0,59
TOTAL aliments	**1.228**	**20,63**

7.3 Ingesta diària estimada per grups de població

La taula 35 mostra la ingesta estimada de plom per als diferents grups de població, segons edat i sexe.

Taula 35. Ingesta diària estimada de plom dels diferents grups de població.

Grup de població	Ingesta de plom
Homes	20,63
Dones	19,85
Nens i nenes	25,37
Nois adolescents	20,63
Noies adolescents	18,15
Homes més grans de 65 anys	21,45
Dones més grans de 65 anys	19,52

En µg/dia

La ingesta estimada de plom més elevada correspon al grup format pels nens i les nenes amb 25,37 µg/dia.

7.4 Avaluació del risc

7.4.1 Comparació amb els nivells de seguretat establerts

A la taula 36 es presenta la ingesta diària estimada de plom per consum d'aliments en els diferents grups de població expressada en funció del pes corporal.

Taula 36. Ingesta de plom relativa al pes corporal.

Grup de població	Ingesta de plom	Ingesta de plom
	µg/kg/dia	µg/kg/setmana*
Homes	0,29	2,06
Dones	0,36	2,53
Nens i nenes	1,05	7,40
Nois adolescents	0,37	2,58
Noies adolescents	0,34	2,40
Homes més grans de 65 anys	0,33	2,31
Dones més grans de 65 anys	0,33	2,28

* aproximat

Tots els grups de població estudiats tenen unes ingestes diàries molt per sota del nivell de seguretat toxicològic establert pel JECFA, de 25 µg/kg/setmana.

7.4.2 Avaluació probabilística de l'exposició

A la taula 37 es presenten els resultats de l'avaluació probabilística de l'exposició al plom a través de la dieta.

Taula 37. Ingesta relativa de plom per grups de població. Distribució dels valors d'exposició i influència d'algunes incerteses.

Grup de població	Variabilitat						Incertesa c*Q					
	mitjana	SD	P50	P75	P90	P95	mitjana	SD	P50	P75	P90	P95
Homes	0,36	0,10	0,35	0,42	0,49	0,54	0,43	0,12	0,42	0,50	0,59	0,65
Dones	0,38	0,11	0,36	0,44	0,52	0,59	0,45	0,13	0,44	0,53	0,63	0,70
Nois adolescents	0,49	0,18	0,46	0,58	0,72	0,81	0,59	0,22	0,55	0,70	0,87	0,98
Noies adolescents	0,46	0,14	0,44	0,54	0,65	0,72	0,56	0,17	0,54	0,65	0,78	0,87
Homes >de 65 anys	0,37	0,10	0,35	0,42	0,50	0,55	0,44	0, 12	0,43	0,51	0,61	0,67
Dones >de 65 anys	0,39	0,12	0,38	0,46	0,55	0,61	0,48	0,15	0,46	0,56	0,67	0,74
TOTAL	**0,41**	**0,14**	**0,39**	**0,49**	**0,59**	**0,65**	**0,49**	**0,16**	**0,46**	**0,57**	**0,69**	**0,77**

En µg/kg/dia

Es pot observar una coincidència considerable entre els valors de les mitjanes de l'estudi probabilístic amb els càlculs deterministes, tot i que els valors són una mica més alts en el càlcul probabilístic. Aquesta diferència, com ja s'ha comentat en el capítol de material i mètodes, es deu probablement al fet que s'han d'utilitzar enquestes diferents per als càlculs deterministes i probabilístics. Lògicament, en tenir en compte la incertesa, aquests valors augmenten. En cap cas, ni quan es considera la variabilitat, ni en el pitjor escenari raonable que es crea en tenir en compte les incerteses associades a les dades de consum i de concentració, s'observa que l'exposició calculada superi el nivell de seguretat toxicològic de 25 µg/kg/setmana establert pel Comitè Mixt FAO/OMS d'experts en additius i contaminants alimentaris (JECFA). El percentil 95 (alt) de la població realitza una ingesta de plom entre 0,65-0,98 µg/kg/dia, es a dir 4,55-6,86 µg/kg/setmana segons el grup considerat.

7.5 Evolució 2000-2005

7.5.1 Concentració

A la taula 38 es mostra la variació temporal dels nivells de concentració mitjana de plom en els diferents grups d'aliments. Es pot observar una disminució de la concentració en peix, verdures, tubercles, ous, derivats lactis i pa i cereals. Per contra, s'observen increments en llet, llegums i olis i greixos.

Taula 38. Variació temporal de plom en els grups d'aliments. 2000-2005.

Aliments	2000	2005
Carn i derivats	0,024	0,024
Peix i marisc	0,051	0,042
Verdures	0,016	0,013
Tubercles	0,026	0,013
Fruites	0,013	0,013
Ous	0,015	0,013
Llet	0,006	0,024
Derivats lactis	0,023	0,013
Pa i cereals	0,024	0,013
Llegums	0,008	0,028
Olis i greixos	0,030	0,083
Brioixeria		0,013

En µg/g de pes fresc

7.5.2 Ingesta

A la taula 39 es pot observar la variació en la ingesta diària de Pb entre els estudis del 2000 i el 2005. El còmput global de la dieta per a un home adult passa de 27,52 µg/dia a 20,63 µg/dia, cosa que representa un descens moderat.

Taula 39. Variacions en la ingesta diària de Pb. 2000-2005.

Aliments	Consum d'aliment		Ingesta de Pb	
	g/dia		µg/dia	
	2000	Encat 2003	2000	2005
Carn i derivats	185	171,9	4,50	3,43
Peix i marisc	92	67,53	4,71	2,55
Verdures i hortalisses	226	159,7	3,68	2,08
Tubercles	74	73,06	1,92	0,95
Fruites	239	193,6	3,01	2,52
Ous	34	31,29	0,51	0,41
Llet	217	128,4	1,30	2,56
Derivats lactis	106	75,62	2,39	0,98
Pa i cereals	206	224,3	4,99	2,92
Llegums	24	30,36	0,18	0,78
Olis i greixos	41	27.16	0,33	0,87
Brioixeria		45,45		0,59
TOTAL aliments considerat	**1.444**	**1.228**	**27,52**	**20,63**

7.6 Altres estudis

A la taula 40 es presenten les dades d'alguns estudis similars d'arreu del món, on, tot i sent difícils les comparacions per raons de les diverses metodologies i dissenys d'estudi emprats, podem situar-nos en l'entorn.

Taula 40. Ingesta diària de Pb. Comparativa amb altres estudis d'ingesta.

País	µg/dia	Autors
Catalunya	21	Aquest estudi
Xina	81	Zheng, N i col·l., 2007
Japó	7	Aung, NN i col·l., 2006
Egipte	21	Radwan, MA i col·l., 2006
Corea	24	Lee, H i col·l., 2006
Índia	114	Sharma, M i col·l., 2005
Xile (Santiago de Xile)	206	Muñoz, i col·l., 2005
França	18	Leblanc, JC i col·l., 2005
Polònia	106	Marzec, Z i col·l., 2004
Espanya	27	Bordajandi, LR i col·l., 2004
Brasil (Rio de Janeiro)	28	Santos, EE i col·l., 2004
Alemanya	18	Wilhelm, M i col·l., 2003
França	34	Noël, L i col·l., 2003
EUA	71	Moschandreas, DJ i col·l., 2002
Catalunya	28	Estudi 2000
Regne Unit	26	Ysart, GE i col·l., 2000
Catalunya (Tarragona)	49	Llobet, JM i col·l., 1998
País Basc	43	Urieta, L i col·l., 1996

8 Dioxines, furans i bifenils policlorats (PCDD/F i PCB)

8.1 Dioxines i furans (PCDD/F)

8.1.1 Resultats de les anàlisis d'aliments

Per dur a terme els càlculs dels valors corresponents als equivalents tòxics en TCDD (OMS-TEQ), s'han utilitzat els factors d'equivalència tòxica modificats per l'OMS el 2005 (taula 41).

Taula 41. Factors d'equivalència tòxica (TEF). OMS 2005.

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

A la taula 42 es presenten les concentracions dels congèneres de les dioxines i els furans analitzats per grups d'aliment, així com els corresponents valors en equivalents tòxics.

Els valors mitjana més elevats s'han trobat en les mostres d'olis i greixos (0,223 ng OMS-TEQ/kg de pes fresc) i en el peix i el marisc (0,131 ng OMS-TEQ/kg de pes fresc). En aquests grups, i de manera individual, els valors més elevats corresponen a margarina i mantega (0,415 i 0,334 ng OMS-TEQ/kg de pes fresc, respectivament) i al moll i el salmó (0,418 i 0,210 ng OMS-TEQ/kg de pes fresc, respectivament).

Taula 42. Concentracions mitjanes totals de PCDD/F per grups d'aliments.

	Carn i derivats	Peix i marisc	Verdures	Tubercles	Fruites	Ous	Llet	Derivats lactis	Pa i cereals	Llegums	Olis i greixos	Brioixeria
2,3,7,8-TCDD	0,003	0,024	0,001	0,001	0,001	0,005	0,002	0,008	0,006	0,005	0,057	0,003
1,2,3,7,8-PeCDD	0,003	0,034	0,002	0,005	0,001	0,003	0,003	0,013	0,007	0,005	0,065	0,003
1,2,3,4,7,8-HxCDD	0,003	0,009	0,001	0,001	0,001	0,007	0,001	0,008	0,005	0,002	0,030	0,007
1,2,3,6,7,8-HxCDD	0,011	0,027	0,002	0,001	0,001	0,006	0,004	0,016	0,009	0,002	0,072	0,009
1,2,3,7,8,9-HxCDD	0,004	0,008	0,001	0,002	0,001	0,003	0,003	0,011	0,007	0,002	0,052	0,008
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	0,080	0,098	0,007	0,016	0,004	0,018	0,010	0,106	0,056	0,012	0,271	0,101
OCDD	0,247	0,148	0,028	0,168	0,038	0,148	0,011	0,707	0,153	0,051	2,637	1,460
2,3,7,8-TCDF	0,021	0,279	0,002	0,002	0,002	0,013	0,005	0,047	0,018	0,005	0,114	0,017
1,2,3,7,8-PeCDF	0,009	0,088	0,003	0,002	0,001	0,008	0,003	0,028	0,018	0,006	0,094	0,015
2,3,4,7,8-PeCDF	0,010	0,105	0,001	0,001	0,002	0,003	0,006	0,046	0,007	0,001	0,127	0,008
1,2,3,4,7,8-HxCDF	0,011	0,020	0,024	0,012	0,001	0,004	0,005	0,047	0,010	0,015	0,091	0,003
1,2,3,6,7,8-HxCDF	0,006	0,014	0,008	0,008	0,001	0,004	0,005	0,026	0,012	0,006	0,086	0,007
1,2,3,7,8,9-HxCDF	0,002	0,007	0,001	0,001	0,001	0,003	0,001	0,006	0,002	0,001	0,021	0,003
2,3,4,6,7,8-HxCDF	0,005	0,011	0,001	0,001	0,001	0,005	0,004	0,012	0,006	0,004	0,071	0,008
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	0,039	0,053	0,101	0,080	0,003	0,016	0,009	0,129	0,047	0,085	0,201	0,052
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	0,008	0,027	0,018	0,014	0,003	0,013	0,002	0,021	0,009	0,016	0,075	0,022
OCDF	0,069	0,110	0,518	0,291	0,012	0,050	0,013	0,794	0,379	0,495	0,315	0,827
Sum OMS-TEQ PCDD[1]	0,009	0,063	0,003	0,007	0,002	0,010	0,005	0,027	0,016	0,010	0,141	0,010
Sum OMS-TEQ PCDF[1]	0,008	0,068	0,005	0,004	0,001	0,004	0,004	0,030	0,008	0,005	0,082	0,008
Sum OMS-TEQ PCDD/F[1]	0,017	0,131	0,009	0,011	0,003	0,014	0,009	0,057	0,024	0,014	0,223	0,018

En ng/kg de pes fresc

1 En ng OMS-TEQ/kg de pes fresc

8.1.2 Contribució dels aliments a la ingesta

Per a un home adult la ingesta s'estima en 25,67 pg OMS-TEQ/dia. La contribució més important a la ingesta correspon al grup del peix i el marisc amb 6,53 pg OMS-TEQ/dia i el del pa i els cereals amb 6,33 pg OMS-TEQ/dia. En el peix destaquen la tonyina amb 1,57 pg OMS-TEQ/dia i la sardina amb 0,68 pg OMS-TEQ/dia. Entre els cereals estudiats, els que més aporten són el pa blanc amb 3,64 pg OMS-TEQ/dia i la pasta alimentària amb 1,73 pg OMS-TEQ/dia.

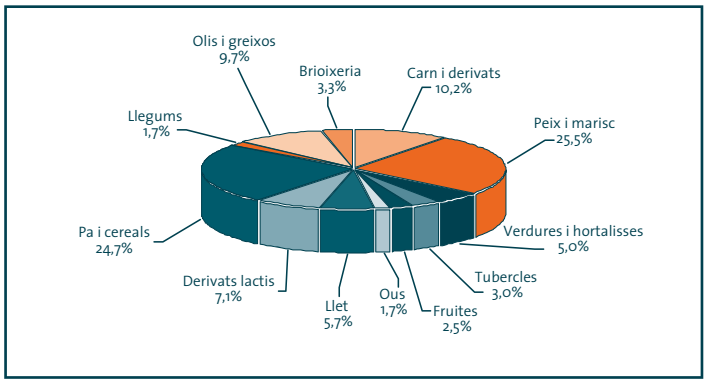
A la taula 43 es presenta el resum de la ingesta diària de dioxines i furans per grups d'aliments. Es pot observar la contribució destacada del grup del peix i el marisc, seguida de la del grup del pa i els cereals.

Taula 43. Ingesta diària de PCDD/F. Home adult, per grups d'aliments.

Aliments	Consum d'aliment g/dia	Ingesta de PCDD/F pg OMS - TEQ/dia
Carn i derivats	171,9	2,62
Peix i marisc	67,53	6,53
Verdures i hortalisses	159,7	1,28
Tubercles	73,06	0,77
Fruites	193,6	0,65
Ous	31,29	0,43
Llet	128,4	1,47
Derivats lactis	75,62	1,81
Pa i cereals	224,3	6,33
Llegums	30,36	0,43
Olis i greixos	27,16	2,50
Brioixeria	45,45	0,85
TOTAL aliments considerat	**1.228**	**25,67**

A la figura 8 es pot observar la contribució a la ingesta diària de cada grup d'aliments. La contribució més important es deu al peix i el marisc amb un 25,5% i al pa i els cereals amb un 24,7%.

Figura 8. Contribució del tipus d'aliment a la ingesta diària de dioxines i furans.



8.1.3 Ingesta diària estimada per grups de població

A la taula 44 es mostra la ingesta diària estimada de dioxines i furans per als diferents grups de població, segons edat i sexe. El grup dels nens i les nenes destaca amb 28,74 pg OMS-TEQ/dia.

Taula 44. Ingesta diària estimada de PCDD/F dels diferents grups de població.

Grup de població	Ingesta de PCDD/F
Homes	25,67
Dones	22,42
Nens i nenes	28,74
Nois adolescents	26,37
Noies adolescents	21,71
Homes més grans de 65 anys	22,86
Dones més grans de 65 anys	19,14

En pg OMS-TEQ/dia

8.1.4 Avaluació del risc

8.1.4.1 Comparació amb els nivells de seguretat establerts

La ingesta diària estimada de dioxines i furans (taula 45) per a un home adult de 70 kg de pes corporal per consum d'aliments és de 0,37 pg OMS-TEQ/kg. Aquest valor es troba molt per sota de l'establert per l'OMS com a ingesta diària tolerable per dioxines i furans i PCB amb efecte dioxina (1-4 pg OMS-TEQ/kg/dia). El valor màxim el presenten els nens i les nenes a 1,20 pg OMS-TEQ/kg/dia, valor també força allunyat de l'establert per l'OMS. Així mateix, si calculem la ingesta setmanal i mensual d'aquests dos grups, fent una aproximació al pitjor escenari, obtenim un valor de 2,59 i 8,38 pg OMS-TEQ/kg/setmana respectivament, força per sota dels 14 pg OMS-TEQ/kg/setmana recomanats pel JECFA el 2001 (ISPT); els valors corresponents d'ingesta mensual

són 11,1 pg OMS-TEQ/kg/mes i 35,93 pg OMS-TEQ/kg/mes, valors també per sota dels 70 pg OMS-TEQ/kg/mes recomanats pel JECFA el 2001 (IMPT).

Taula 45. Ingesta diària de PCDD/F relativa al pes corporal.

Grup de població	Ingesta de PCDD/F
Homes	0,37
Dones	0,41
Nens i nenes	1.20
Nois adolescents	0,47
Noies adolescents	0,41
Homes més grans de 65 anys	0,35
Dones més grans de 65 anys	0,32

En pg OMS-TEQ/kg/dia

8.1.4.2 Avaluació probabilística de l'exposició

A la taula 46 es presenten els resultats de l'avaluació probabilística de l'exposició a les dioxines i els furans a través de la dieta.

Taula 46. Ingesta relativa de dioxines i furans (PCDD/F) per grups de població. Distribució dels valors d'exposició i influència d'algunes incerteses.

Grup de població	Variabilitat						Incertesa c*Q					
	mitjana	SD	P50	P75	P90	P95	mitjana	SD	P50	P75	P90	P95
Homes	0,40	0,11	0,38	0,46	0,54	0,59	0,47	0,13	0, 46	0,55	0,64	0,70
Dones	0,43	0,13	0,41	0,51	0,60	0,67	0,51	0,15	0,49	0,60	0,71	0,79
Nois adolescents	0,56	0,21	0,53	0,68	0,83	0,96	0,68	0,25	0,64	0,81	1,01	1,15
Noies adolescents	0,51	0,16	0,49	0,60	0,72	0,80	0,63	0,19	0,60	0,74	0,89	0,98
Homes > de 65 anys	0,36	0,10	0,35	0,41	0,49	0,54	0,42	0,12	0,41	0,49	0,57	0,63
Dones>de 65 anys	0,37	0,13	0,35	0,44	0,53	0,60	0,44	0,15	0,42	0,52	0,63	0,71
TOTAL	**0,44**	**0,14**	**0,42**	**0,51**	**0,62**	**0,70**	**0,54**	**0,17**	**0,51**	**0,63**	**0,75**	**0,86**

En pg OMS-TEQ/kg/dia

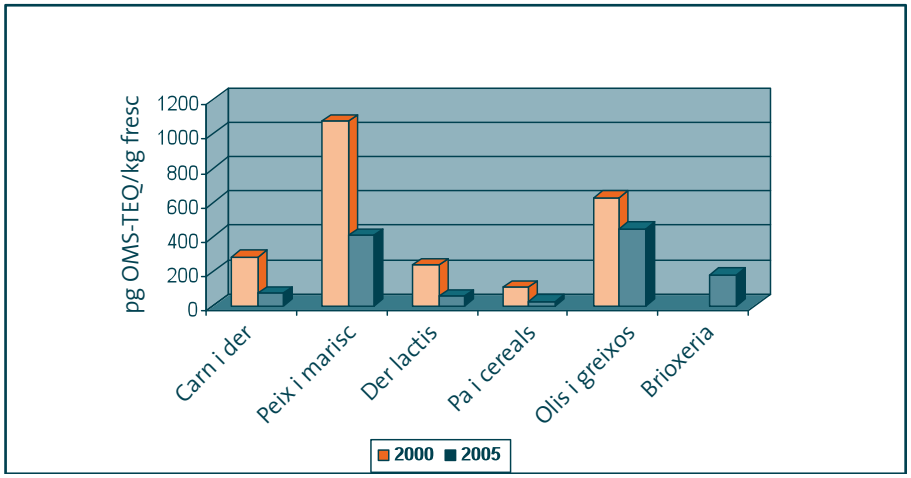
Es pot observar una coincidència considerable entre els valors de les mitjanes de l'estudi probabilístic i els càlculs deterministes. Lògicament, en tenir en compte la incertesa, aquests valors augmenten. Quan es considera solament la variabilitat, tots els valors d'exposició estan per sota de l' interval recomanat per l'OMS (1-4 pg OMS-TEQ/kg/dia). Quan es considera el pitjor escenari raonable que es crea en tenir en compte les incerteses associades a les dades de consum i de concentració, tampoc no s'observa que l'exposició calculada superi el nivell de seguretat toxicològic d'1-4 pg OMS-TEQ/kg/dia establert per l'OMS, encara que un 10% dels nois adolescents ja estan a la banda baixa de l'esmenta't interval. En tots els casos, la ingesta es troba per sota dels 14 pg OMS-TEQ/kg/setmana i dels 70 pg OMS-TEQ/kg/mes recomanats pel JECFA. El percentil 95 (alt) de la població realitza una ingesta entre 0,67-1,15 pg OMS-TEQ/kg/dia, segons el grup considerat.

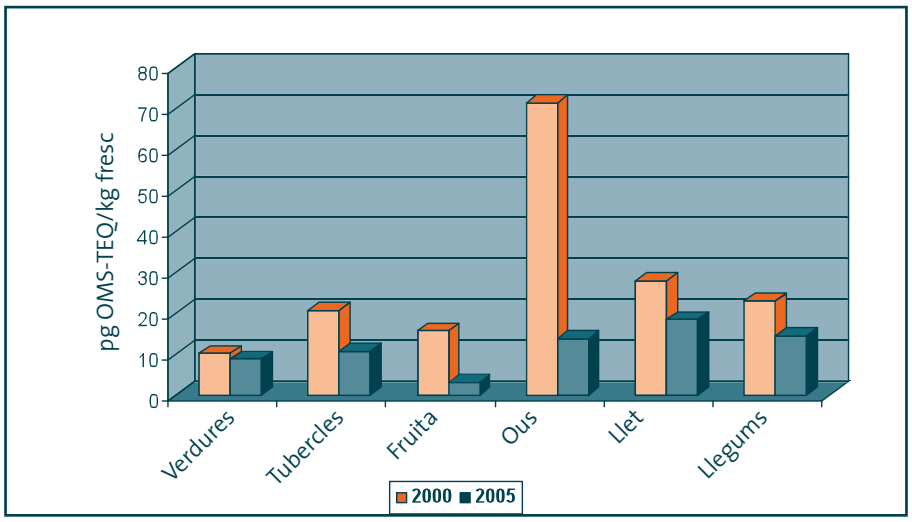
8.1.5 Evolució 2000-2005

8.1.5.1 Concentració

La figura 9 mostra la comparació de les mitjanes de concentració de dioxines i furans (ng OMS-TEQ/kg de pes fresc) entre els dos estudis realitzats. Es pot observar un descens generalitzat de la contaminació per PCDD/F en tots els grups d'aliments.

Figura 9. Comparació de les concentracions de dioxines i furans 2000 - 2005.





8.1.5.2 Ingesta

La taula 47 mostra l'evolució de la ingesta entre els dos estudis de dieta total, prenent com a referència l'home adult. Com es pot observar, la davallada és molt notable (73%). El descens de les aportacions és general, tret d'un lleuger i poc significatiu increment en el valor aportat pels llegums.

Taula 47. Evolució de la ingesta de PCDD/F. 2000- 2005.

Aliments	Consum d'aliment		Ingesta de PCDD/F	
	g/dia		pg OMS - TEQ/dia	
	2000	Encat 2003	2000	2005
Carn i derivats	185	171,9	12,09	2,62
Peix i marisc	92	67,53	28,74	6,53
Verdures i hortalisses	226	159,7	1,67	1,28
Tubercles	74	73,06	0,90	0,77
Fruites	239	193,6	2,20	0,65
Ous	34	31,29	2,37	0,43
Llet	217	128,4	2,10	1,47
Derivats lactis	106	75,62	23,32	1,81
Pa i cereals	206	224,3	13,76	6,33
Llegums	24	30,36	0,33	0,43
Olis i greixos	41	27,16	7,93	2,50
Brioixeria		45,45		0,85
Total aliments considerat	**1.444**	**1.228**	**95,41**	**25,67**

8.1.6 Altres estudis

A la taula 48 es presenten les dades d'alguns estudis similars d'arreu del món, on, tot i sent difícils les comparacions per raons de les diverses metodologies i dissenys d'estudi emprats, podem situar-nos en l'entorn.

Taula 48. Ingesta diària de PCDD/F. Comparativa amb altres estudis d'ingesta.

País	pg TEQ/dia	pg TEQ/kg/dia	Autors
Catalunya	25,67	0,37	Aquest estudi
Egipte		4	Loutfy, N i col·l., 2006
Itàlia		0,96	Fattore E i col·l., 2006
Japó	21,52	0,43	Sasamoto T i col·l., 2006
Espanya (Huelva)	80,5	1,15	Bordajandi LR i col·l., 2004
Austràlia		0,34	Food Standards Australia New Zealand 2004
Holanda		0,6	Baars, AJ i col·l., 2004
Finlàndia	58	0,76	Kiviranta, H i col·l., 2004
Regne Unit		0,4	Dades governamentals
Bèlgica	65,29	1	Focant JF i col·l., 2002
Catalunya	95,41	1,36	Estudi 2000

8.2 Bifenils policlorats (PCB)

8.2.1 Resultats de les anàlisis d'aliments

S'han analitzat un total de divuit congèneres. Per una part, els mateixos onze que a l'estudi del 2000, més els set que actualment també es consideren amb efecte dioxina o dioxin-like (PCB DL). En total, es presenten els resultats dels dotze congèneres considerats actualment DL (UE 2005), juntament amb els sis non-dioxin-like (PCB NDL), potencialment importants des del punt de vista toxicològic d'acord amb l'opinió de l'Autoritat Europea de Seguretat Alimentària (EFSA 2005).

En el cas dels PCB DL, per calcular els valors corresponents en equivalents tòxics (TEQ: ng OMS-TEQ/kg de pes fresc), s'han utilitzat els factors d'equivalència tòxica (TEF) modificats per l'OMS el 2005 i publicats el 2006 (taula 49).

Taula 49. Factors d'equivalència tòxica (TEF) OMS 2005.

Congènere	TEF
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

Les concentracions de PCB en els aliments es presenten a la taula 50.

Pel que fa al valor global, els grups d'aliments amb concentracions mitjanes més elevades són el del peix i el marisc amb 16.265 ng/kg i el d'olis i greixos amb 673,5 ng/kg. Els peixos amb una concentració més elevada de PCB són el moll (91.797 ng/kg), la sardina (25.488 ng/kg) i el seitó (21.824 ng/kg). En el grup d'olis i greixos els aliments amb concentracions més elevades són la mantega (1.842 ng/kg) i l'oli d'oliva (389,8 ng/kg).

Taula 50. Valors mitjana de concentració de PCB en els aliments.

	Carn i derivats	Peix i marisc	Verdures i hortalisses	Tubercles	Fruites	Ous	Llet	Derivats lactis	Pa i cereals	Llegums	Olis i greixos	Brioixeria
PCB #77	0,31	10,95	0,14	0,18	0,12	1,83	0,07	0,45	0,41	0,30	2,49	0,62
PCB #81	0,15	8,51	0,07	0,09	0,06	0,25	0,03	0,22	0,14	0,10	1,24	0,31
PCB #105	2,82	344,9	0,76	0,91	0,58	7,53	1,88	10,87	1,36	1,49	30,63	3,13
PCB #114	0,39	24,55	0,14	0,18	0,12	0,50	0,16	0,62	0,27	0,21	3,85	0,62
PCB #118	12,60	1.064	1,66	1,81	1,18	19,00	6,83	30,78	5,21	5,41	101,3	7,19
PCB #123	0,32	205,8	0,14	0,18	0,12	0,50	0,09	0,45	0,27	0,26	3,06	0,62
PCB #126	0,12	6,68	0,03	0,05	0,03	0,13	0,11	0,34	0,07	0,05	1,45	0,16
PCB #156	5,34	221,4	0,68	0,91	0,58	2,51	0,86	5,25	1,36	1,04	19,38	3,13
PCB #157	0,66	30,23	0,14	0,18	0,12	0,50	0,18	0,70	0,27	0,21	3,91	0,62
PCB #167	1,51	148,1	0,68	0,91	0,58	2,51	0,35	2,20	1,36	1,04	12,44	3,13
PCB #169	0,21	0,92	0,03	0,05	0,03	0,13	0,02	0,11	0,07	0,05	0,62	0,16
PCB #189	2,05	40,99	0,14	0,18	0,12	0,50	0,07	0,45	0,27	0,21	2,49	0,62
Sum PCB DL	**26,48**	**2.107**	**4,58**	**5,64**	**3,64**	**35,88**	**10,64**	**52,41**	**11,05**	**10,37**	**182,8**	**20,34**
Sum PCB DL	**0,019**	**0,76**	**0,005**	**0,006**	**0,004**	**0,018**	**0,012**	**0,039**	**0,009**	**0,007**	**0,169**	**0,021**
TEQ*												
PCB #28	9,20	134,1	6,29	1,81	1,18	105,0	3,63	15,45	15,04	8,48	24,88	40,33
PCB #52	6,26	334,6	4,00	1,81	1,18	5,01	1,53	7,95	10,89	5,49	24,88	6,53
PCB #101	4,19	995,2	2,85	1,81	1,18	5,01	0,70	16,70	12,56	12,95	24,88	7,69
PCB #138	21,53	5176	2,11	1,81	1,18	25,00	8,18	55,50	12,23	7,21	117,1	17,58
PCB #153	38,85	4.700	2,78	1,81	1,18	39,50	14,90	113,0	19,85	17,45	200,3	16,24
PCB #180	20,83	2.816	1,43	1,81	1,18	21,00	7,85	59,58	6,21	4,71	98,75	20,33
Sum PCB NDL	100,9	14.157	19,46	10,88	7,07	200,5	36,77	268,2	76,78	56,29	490,8	108,7
Sum PCB Total	**127,4**	**16.264**	**24,03**	**16,51**	**10,71**	**236,4**	**47,41**	**320,6**	**87,83**	**66,66**	**673,5**	**129,0**

En ng/kg de pes fresc i *ng OMS-TEQ/kg de pes fresc

El mateix podem observar en estudiar els grups de PCB DL i NDL. Atenent a les concentracions mitjanes de PCB DL, el peix i el marisc i els olis i els greixos tornen a ser els grups amb més contingut. El peix amb una concentració de 0,76 ng OMS-TEQ/kg i els olis i els greixos amb 0,17 ng OMS-TEQ/kg. En el cas dels PCB NDL el peix i els olis continuen superant a la resta amb concentracions de 14.158 i 490,8 ng/kg respectivament.

Encara que la fracció de PCB NDL sempre és majoritària, la presència de PCB DL als diferents grups d'aliments no és del tot homogènia. A la figura 10 es pot observar com als tubercles, les fruites i els olis i els greixos la proporció de DL se situa entre el 30 i el 40%, mentre que a la resta està al voltant del 20%. A la figura 11 es pot apreciar la proporció de cadascun dels PCB DL en el conjunt d'aliments.

En termes d'OMS-TEQ, els congèneres més aportadors són el 126 i el 169, amb un clar predomini del primer. Entre els dos sumen més d'un 90% del contingut en tots els grups d'aliments. Aquesta dada és especialment rellevant ja que, entre els PCB DL, aquests dos són els que tenen un TEF més alt i per tant els que més s'assemblen biològicament a les dioxines.

Figura 10. Proporció de PCB DL/NDL als grups d'aliments.

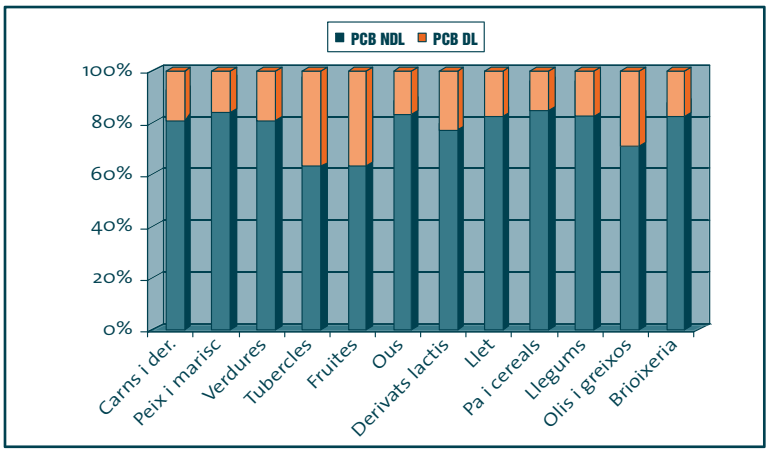
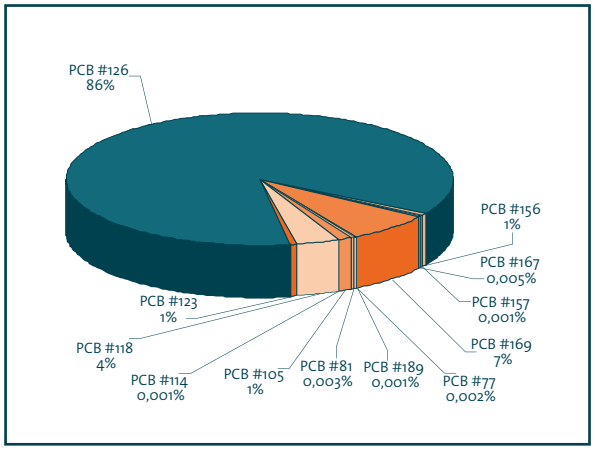


Figura 11. Distribució dels PCB DL en els aliments. Percentatge de l'aportació al total de TEQ.



8.2.2 Contribució dels aliments a la ingesta

Per tal d'estimar la ingesta diària de PCB a través del consum d'aliments, s'han considerat per separat els congèneres DL, els NDL i el total.

A la taula 51 es presenta la ingesta diària estimada per a un home adult. Pel que fa als PCB DL, la contribució més important es deu al peix i el marisc amb 38,77 pg OMS-TEQ/dia, seguit de la carn, el pa i els cereals i els olis i els greixos, tots ells de l'ordre de 2,5 pg OMS-TEQ/dia. En el grup del peix i el marisc, destaca la tonyina com l'espècie més aportadora amb 11,53 pg OMS-TEQ/dia. En el grup de la carn ho és el llom de porc amb 0,51 pg OMS-TEQ/dia, en el del pa i els cereals ho és el pa blanc amb 1,09 pg OMS-TEQ/dia i en el dels olis i els greixos, l'oli d'oliva amb 1,94 pg OMS-TEQ/dia. Atenent als PCB NDL i el total, s'observa un comportament lleugerament diferent ja que, tot i que el peix es manté com a màxim aportador. El segon lloc l'ocupa el pa i els cereals que destaquen lleugerament de la resta.

Taula 51. Ingesta diària de PCB. Home adult, per grups d'aliments.

Aliments	Consum d'aliment g/dia	Ingesta de PCB DL pg OMS-TEQ/dia	Ingesta de PCB NDL ng/dia	Ingesta de PCB total ng/dia
Carn i derivats	171,9	2,24	10,93	13,68
Peix i marisc	67,53	38,77	636,0	730,2
Verdures i hortalisses	159,7	0,70	3,89	4,64
Tubercles	73,06	0,45	0,79	1,21
Fruites	193,6	0,79	1,41	2,13
Ous	31,29	0,55	6,27	7,40
Llet	128,4	1,72	5,37	6,92
Derivats lactis	75,62	1,24	8,36	10,11
Pa i cereals	224,3	2,27	18,46	21,17
Llegums	30,36	0,22	1,59	1,90
Olis i greixos	27,16	2,48	9,03	11,41
Brioixeria	45,45	0,98	5,15	6,09
Total aliments estudi	**987,9**	**41,98**	**559,1**	**646,1**
Total aliments considerat	**1.228**	**52,40**	**707,2**	**816,9**

A les figures 12 i 13 es presenta la contribució dels diferents aliments a la ingesta de PCB DL i de PCB NDL. Com es pot comprovar, el grup del peix i el marisc aporta el 74% i el 89,9% del total de la ingesta, respectivament.

Figura 12. Contribució del tipus d'aliment a la ingesta diària de PCB DL .

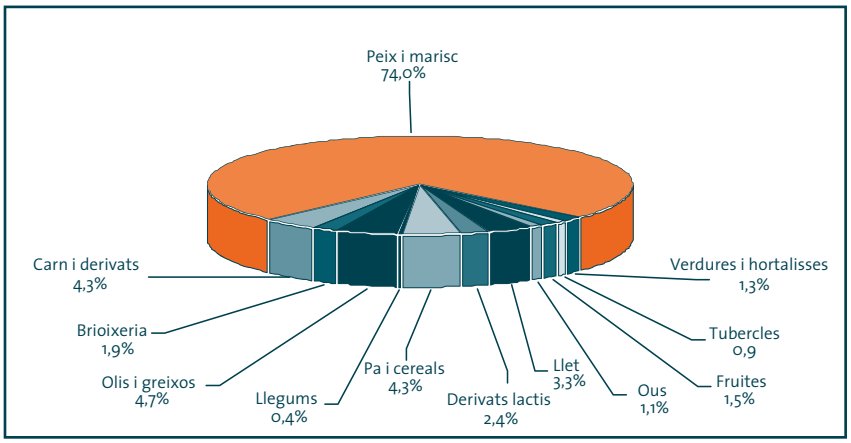
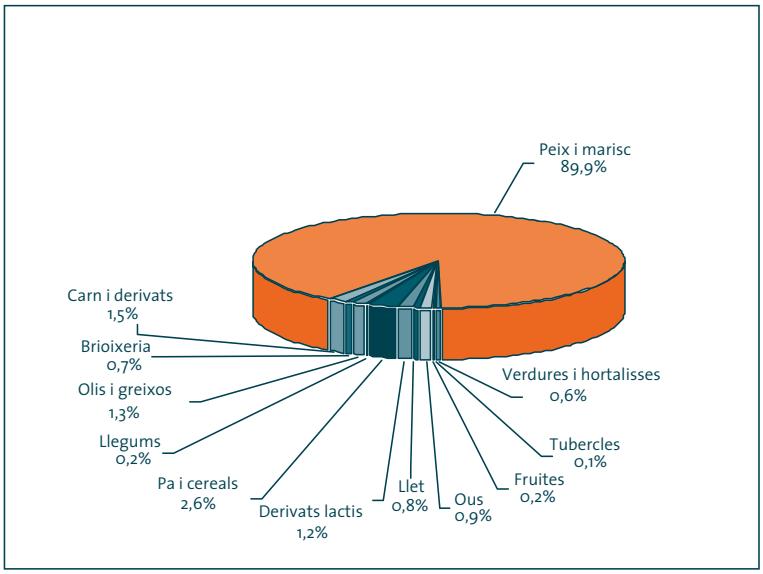


Figura 13. Contribució del tipus d'aliment a la ingesta diària de PCB NDL.



8.2.3 Ingesta diària estimada per grups de població

La taula 52 mostra la ingesta diària estimada de PCB per als diferents grups de població, segons edat i sexe. No s'aprecien grans diferències entre els grups de població estudiats.

Taula 52. Ingesta diària estimada de PCB segons grup de població.

Grup de població	Ingesta de PCB DL pg OMS-TEQ/dia	Ingesta de PCB NDL ng/dia	Ingesta de PCB total ng/dia
Homes	52,40	707,2	816,9
Dones	48,35	655,0	757,7
Nens i nenes	41,53	583,8	680,1
Nois adolescents	42,35	483,6	564,1
Noies adolescents	42,13	512,9	594,4
Homes més grans de 65 anys	48,28	709,4	815,4
Dones més grans de 65 anys	41,14	617,0	711,0

8.2.4 Avaluació del risc

8.2.4.1 Comparació amb els nivells de seguretat establerts

A la taula 53 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 PCB DL s'estima en 0,75 pg OMS-TEQ/kg/dia. Aquest valor es troba molt per sota de l' establert per l'OMS com a ingesta diària tolerable per dioxines, furans i PCB DL (1-4 pg OMS-TEQ/kg/dia).
En destaca el valor obtingut en els nens i les nenes i que es xifra en 1,73 pg OMS-TEQ/kg/dia. Pel que fa a la ingesta de PCB NDL, per a un home adult es considera una ingesta de 10,10 ng/kg/dia. Aquest valor es troba a la banda baixa del rang considerat habitual en la població general per l'EFSA el 2005 (10-45 ng/kg/dia). Així mateix, es destaquen de la resta els nens i les nenes amb una ingesta de 24,33 ng/kg/dia, valor que es troba just per sota del rang considerat habitual per a nens (27-50 ng/kg/dia) per l'EFSA (2005).

Taula 53. Ingesta de PCB relativa al pes corporal.

Grup de població	Ingesta de PCB DL pg OMS-TEQ/kg/dia	Ingesta de PCB NDL ng/kg/dia	Ingesta de PCB total ng/kg/dia
Homes	0,75	10,10	11,67
Dones	0,88	11,91	13,78
Nens i nenes	1,73	24,33	28,34
Nois adolescents	0,76	8,64	10,07
Noies adolescents	0,79	9,68	11,22
Homes més grans de 65 anys	0,74	10,91	12,54
Dones més grans de 65 anys	0,69	10,28	11,85

8.2.4.2 Avaluació probabilística de l'exposició

A la taula 54 es presenten els resultats de l'avaluació probabilística de l'exposició al PCB DL a través de la dieta.

Taula 54. Ingesta relativa de PCB DL per grups de població. Distribució dels valors d'exposició i influència d'algunes incerteses.

Grup de població	Variabilitat						Incertesa c*Q					
	mitjana	SD	P50	P75	P90	P95	mitjana	SD	P50	P75	P90	P95
Homes	0,77	0,35	0,71	0,95	1,21	1,42	0,89	0,40	0,83	1,09	1,41	1,63
Dones	0,89	0,40	0,83	1,10	1,42	1,64	1,10	0,50	1,01	1,36	1,74	2,02
Nois adolescents	0,92	0,47	0,80	1,13	1,50	1,82	1,08	0,55	0,95	1,34	1,78	2,14
Noies adolescents	0,94	0,42	0,86	1,15	1,48	1,72	1,10	0,49	1,02	1,35	1,74	2,01
Homes > de 65 anys	0,75	0,33	0,69	0,92	1,18	1,36	0,87	0,38	0,81	1,07	1,38	1,58
Dones > de 65 anys	0,78	0,39	0,70	0,97	1,30	1,53	0,92	0,45	0,82	1,13	1,51	1,77
TOTAL	**0,86**	**0,40**	**0,78**	**1,05**	**1,38**	**1,62**	**1,02**	**0,47**	**0,92**	**1,24**	**1,64**	**1,93**

En pg OMS-TEQ/kg/dia

Es pot observar una coincidència considerable entre els valors de les mitjanes de l'estudi probabilístic i els càlculs deterministes, a excepció del valor probabilístic trobat per als adolescents i probablement a causa de les diferències en les enquestes utilitzades. Lògicament, en tenir en compte la incertesa, augmenta la magnitud de l'exposició estimada.

Quan es considera solament la variabilitat, la majoria de la població està per sota de l' interval recomanat per l'OMS (1-4 pg OMS-TEQ/kg/dia), un 10% de tots els grups d'edat estan a la banda baixa de d'interval i aquest percentatge s'eleva al 25% en els grups d'adolescents i dones. En tots els casos la ingesta derivada de la consideració de la variabilitat es troba per sota dels 14 pg OMS-TEQ/kg/setmana i dels 70 pg OMS-TEQ/kg/mes recomanats pel JECFA.

Quan es considera el pitjor escenari raonable, que es crea en tenir en compte les incerteses associades a les dades de consum i de concentració, tampoc no s'observa que l'exposició calculada superi el nivell de seguretat toxicològic d'1-4 pg OMS-TEQ/kg/dia establert per l'OMS, encara que un 25% de la població està dins de d'interval, aquest percentatge s'eleva fins al 50% en el cas de les dones i les noies adolescents. En tots els casos la ingesta derivada de la consideració de la variabilitat es troba per sota dels 14 pg OMS-TEQ/kg/setmana, a excepció del 5% de les dones i els adolescents que superen lleugerament aquest valor. En tots els casos la ingesta es troba per sota dels 70 pg OMS-TEQ/kg/mes recomanats pel JECFA.

El percentil 95 (alt) de la població realitza una ingesta entre 1,58 i 2,14 pg OMS-TEQ/kg/dia, el que correpon a una ingesta setmanal entre 11,06-14,98 pg OMS-TEQ/kg i a una ingesta mensual entre 47,4-64,2 pg OMS-TEQ/kg, segons el grup de població considerat.

8.2.5 Evolució 2000-2005

8.2.5.1 Concentració

Per comparar l'estudi realitzat el 2000 amb l'actual, s'ha tingut en compte només la concentració dels congèneres analitzats en totes dues ocasions.

Les figures 14 i 15 mostren la comparació de les mitjanes de concentració de PCB (ng/kg de pes fresc) en aliments entre els dos estudis.

A la figura 14 es presenten els canvis en els aliments estudiats, a excepció del peix i el marisc. A la figura 15 es mostra per separat la variació observada en el grup del peix i el marisc, ja que presenta unes concentracions mitjanes d'ordre de magnitud molt superior. Es pot observar una davallada en la majoria de valors obtinguts, a excepció dels grups dels olis i els greixos, les fruites, els llegums i el peix i el marisc.

Figura 14. Comparació de les concentracions de PCB 2000 - 2005.

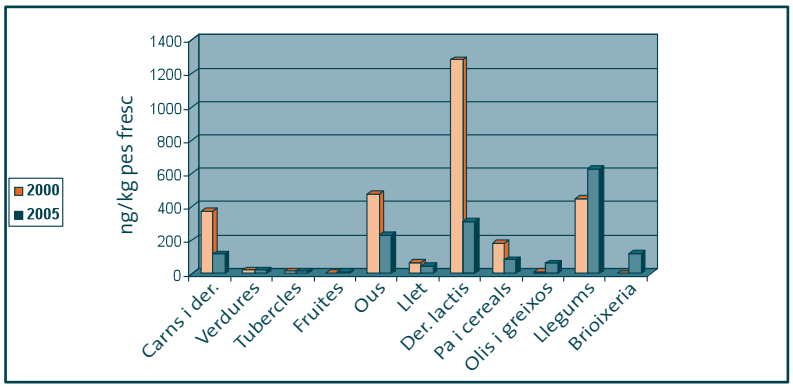
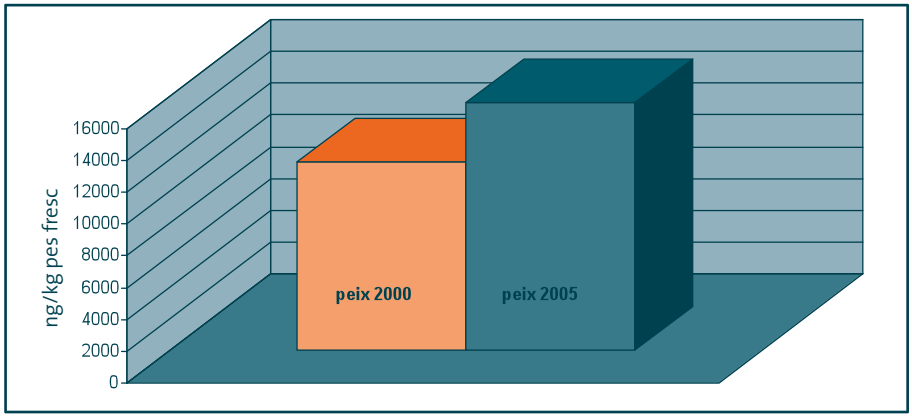


Figura 15. Comparació de les concentracions de PCB en peix 2000 -i 2005.



8.2.5.2 Ingesta

La taula 55 mostra l'evolució de la ingesta de PCB NDL i DL entre els dos estudis de dieta total, prenent com a referència l'home adult. Com es pot observar, la davallada és molt notable i generalitzada per a PCB NDL (43%) i encara més remarcable per a PCB DL (65%).

Taula 55. Evolució de la ingesta de PCB DL 2000 - 2005.

Aliments	Consum d'aliment g/dia		Ingesta de PCB NDL ng/dia		Ingesta de PCB DL pg OMS - TEQ/dia	
	2000	Encat 2003	2000	2005	2000	2005
Carn i derivats	185	171,9	63,34	10,93	8,85	2,24
Peix i marisc	92	67,53	987,6	636,0	82,87	38,77
Verdures i hortalisses	226	159,7	4,50	3,89	1,07	0,70
Tubercles	74	73,06	1,13	0,79	0,83	0,45
Fruites	239	193,6	1,16	1,41	2,10	0,79
Ous	34	31,29	6,82	6,27	0,84	0,55
Llet	217	128,4	11,78	5,37	1,78	1,72
Derivats lactis	106	75,62	117,3	8,36	29,38	1,24
Pa i cereals	206	224,3	35,54	18,46	11,36	2,27
Llegums	24	30,36	0,29	1,59	0,37	0,22
Olis i greixos	41	27,16	16,43	9,03	10,67	2,48
Brioixeria		45,45		5,15		0,98
Total aliments considerat	**1.444**	**1.228**	**1.246**	**707,2**	**150,1**	**52,40**

8.2.6 Altres estudis

A les taules 56 i 57 es presenten les dades d'alguns estudis similars d'arreu del món, on, tot i sent difícils les comparacions per raons de les diverses metodologies i dissenys d'estudi emprats, podem situar-nos en l'entorn.

Taula 56. Ingesta diària de PCB DL. Comparativa amb altres estudis d'ingesta.

País	pg	pg TEQ/kg/dia	Autors
Catalunya	52,4	0,75	Aquest estudi
Egipte		2,68	Loutfy, N y col., 2006
Itàlia		1,3	Fattore, E y col., 2006
Japó	55,9	1,12	Sasamoto, T y col., 2006
Espanya (Huelva)	184,1	2,63	Bordajandi, LR y col., 2004
Austràlia		0,18	Food Standards Australia New Zealand 2004
Holanda		0,5	Baars, AJ y col., 2004
Finlàndia	56	0,74	Kiviranta, H y col., 2004
Regne Unit		0,5	Datos gubernamentales
Bèlgica	67,6	1,04	Focant, JF y col., 2002
Catalunya	150,12	2,15	Estudi 2000

Taula 57. Ingesta diària de PCB NDL. Comparativa amb altres estudis d'ingesta.

País	ng/kg/día	Observacions	Autors
Catalunya	18,60	Adult, 6 PCB	Aquest estudi
Holànda	21,9 12,5 8,6	2 anys, 7 PCB 10 anys, 7 PCB 40 anys, 7 PCB	Bakker, MI y col., 2003
Alemanya	30,5 16,5	1,5 - 3 anys, 3 PCB 20 - 35 anys, 3 PCB	Petzold, G y col., 1999 Schäfer, M y col., 2000
Itàlia	39,0 16,1 10,9	6 PCB 7 - 12 anys, 6 PCB 13 - 94 anys, 6 PCB	Zuccato, E y col., 1999 Fattore, E y col., 2005
Catalunya	17,80	Adult, 6 PCB	Estudi 2000

8.3 PCDD/F i PCB similars a les dioxines (PCB DL). Avaluació global

Des del punt de vista de l'avaluació de riscos, s'ha de valorar conjuntament l'exposició a dioxines i furans i PCB amb efecte dioxina, ja que tant l'OMS com la CE estableixen els límits de seguretat per als dos tipus de contaminants de manera conjunta.

Molt probablement, en un futur no molt llunyà haurem d'incorporar, conforme es vagi augmentant el cabal de coneixements toxicològics, el nombre de sumands a aquesta llista. És a dir, tots aquells contaminants que, principalment per raons del mecanisme d'acció, la comunitat científica consideri similars a les dioxines i per tant requereixin un tractament comú a l'efecte d'avaluar-ne el risc. Un exemple clar el presenten uns altres grups de contaminants avaluats en el present estudi: els naftalens policlorats (PCN) i els èters polibromats (PBDE).

8.3.1 Concentracions conjuntes

A la taula 58 es presenten les concentracions equivalents (OMS-TEQ) de PCDD/F, PCB DL 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 58. Concentracions de PCDD/F i PCB DL.

Aliments	PCDD/F	PCB DL	PCDD/F + PCB DL
Carn i derivats	0,017	0,019	0,036
Peix i marisc	0,131	0,761	0,892
Verdures i hortalisses	0,009	0,005	0,014
Tubercles	0,011	0,006	0,017
Fruites	0,003	0,004	0,007
Ous	0,014	0,018	0,032
Llet	0,009	0,012	0,021
Derivats lactis	0,057	0,039	0,096
Pa i cereals	0,024	0,009	0,033
Llegums	0,014	0,007	0,021
Olis i greixos	0,223	0,169	0,392
Brioixeria	0,018	0,021	0,039

En ng OMS-TEQ/kg fresc

8.3.2 Contribució dels aliments a la ingesta

A la taula 59 es presenten, ordenades per grups d'aliment, les ingestes diàries estimades de PCDD/F i PCB DL i el sumatori d'ambdós conceptes per a un home adult. La ingesta diària estimada per a un home adult és de 78,07 pg OMS-TEQ. La contribució dels PCB DL a aquesta ingesta és del 67%.

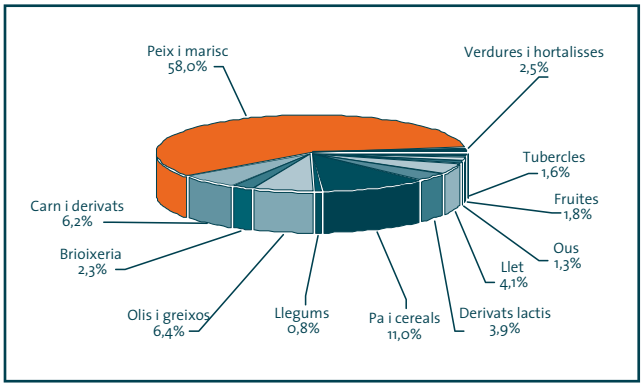
Taula 59. Ingesta diària de PCDD/F + PCB DL. Home adult, per grups d'aliments.

Alimentos	Consum d'alimento	Ingesta de PCDD/F	Ingesta de PCB DL	Ingesta conjunta
	g/dia	pg OMS - TEQ/dia	pg OMS - TEQ/dia	pg OMS - TEQ/dia
Carn i derivats	171,9	2,62	2,24	4,86
Carn i derivats	67,5	6,53	38,77	45,30
Verdures i hortalisses	159,7	1,28	0,70	1,98
Tubercles	73,06	0,77	0,45	1,22
Fruites	193,6	0,65	0,79	1,44
Ous	31,29	0,43	0,55	0,99
Llet	128,4	1,47	1,72	3,19
Derivats lactis	75,62	1,81	1,24	3,05
Pa i cereals	224,3	6,33	2,27	8,60
Llegums	30,36	0,43	0,22	0,65
Olis i greixos	27,16	2,50	2,48	4,98
Brioxeria	45,45	0,85	0,98	1,82
Total aliments estudi	**987,9**	**21,65**	**41,98**	**63,63**
Total aliments considerat	**1.228**	**25,67**	**52,40**	**78,07**

A la figura 16 es pot observar la contribució dels diferents tipus d'aliments a la ingesta conjunta de PCDD/F + PCB DL en l'home adult.

Per tipus d'aliment, l'aportació més considerable la fa el peix i el marisc amb 45,30 pg OMS-TEQ i representa el 58% del total, seguit a molta distància pel grup del pa i els cereals amb 8,60 pg OMS-TEQ i pel d'olis i greixos i el de la carn i els derivats amb 4,98 i 4,86 pg OMS-TEQ respectivament.

Figura 16. Contribució del tipus d'aliment a la ingesta de PCDD/F + PCB DL.



8.3.3 Ingesta diària estimada per grups de població

A la taula 60 es mostra la ingesta diària conjunta estimada per als diferents grups de població, segons edat i sexe. Conseqüentment al que s'ha assenyalat en els capítols anteriors, el grup amb una ingesta superior és el dels nens i les nenes, seguit pel dels homes adults.

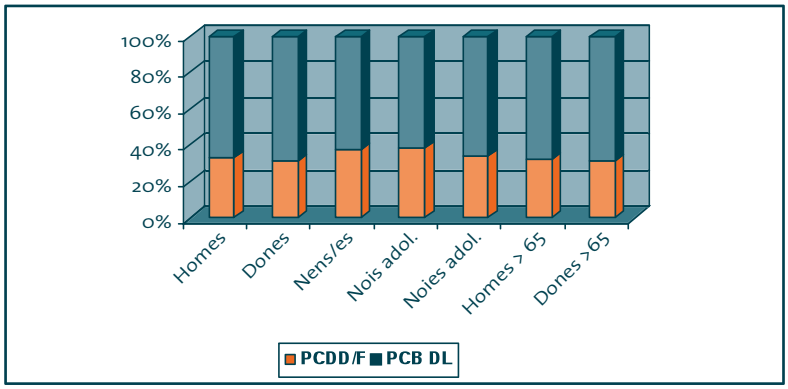
Taula 60. Ingesta diària estimada dels diferents grups de població.

Grup de població	Ingesta de PCDD/F	Ingesta de PCB DL	Ingesta conjunta
Homes	25,67	52,4	78,07
Dones	22,42	48,35	70,77
Nens i nenes	28,74	41,57	70,31
Nois adolescents	26,37	42,33	68,70
Noies adolescents	21,71	42,13	63,84
Homes més grans de 65 anys	22,86	48,28	71,14
Dones més grans de 65 anys	19,14	41,14	60,28

En pg OMS-TEQ/dia

A la figura 17 es presenta el percentatge de participació corresponent als PCDD/F i els PCB DL en la ingesta diària. Es pot observar la gran proporció que representen els PCB DL en la ingesta total. La contribució dels PCB DL és bastant regular al llarg dels grups d'edat i se situa entre el 60 i el 70% aproximadament.

Figura 17. Proporció de PCDD/F i PCB DL a la ingesta diària.



8.3.4 Avaluació del risc

8.3.4.1 Comparació amb els nivells de seguretat establerts

A la taula 61 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 61. Ingesta diària de PCDD/F + PCB DL relativa al pes corporal.

Grup de població	Ingesta de PCDD/F	Ingesta de PCB DL	Ingesta conjunta
Homes	0,37	0,75	1,12
Dones	0,41	0,88	1,29
Nens i nenes	1,20	1,73	2,90
Nois adolescents	0,47	0,76	1,23
Noies adolescents	0,41	0,79	1,21
Homes més grans de 65 anys	0,35	0,74	1,09
Dones més grans de 65 anys	0,32	0,69	1,01

En pg OMS-TEQ/kg/dia

Es pot observar com en tots els casos, a pesar que la incorporació dels PCB DL al càlcul dels OMS-TEQ el fa augmentar molt considerablement, el nivell d'ingesta es troba dins del rang diari tolerable establert per l'OMS (1-4 pg OMS-TEQ/kg/dia) en tots els grups de població. Així mateix podem considerar que, en general, també està força per sota de la ingesta setmanal tolerable provisional (ISPT) xifrada en 14 pg OMS-TEQ/kg/setmana pel JECFA el 2001, ja que la majoria de grups presenten una ingesta setmanal entre 8 i 10 pg OMS-TEQ/kg/setmana, mentre que per als nens i les nenes s'obté una ingesta de 20,3 pg OMS-TEQ/kg/setmana.

De la mateixa manera, podem calcular la ingesta mensual (IMPT) i comparar-la amb els 70 pg OMS-TEQ/kg/mes recomanats pel JECFA el 2001. En aquest cas trobem tots els grups entre 30 i 40 pg OMS-TEQ/kg/mes, mentre que per als nens i les nenes es calcula una ingesta de 87,0 pg OMS-TEQ/kg/mes.

8.3.4.2 Avaluació probabilística de l'exposició

A la taula 62 es presenten els resultats de l'avaluació probabilística de l'exposició conjunta a PCDD/F i PCB DL a través de la dieta.

Taula 62. Ingesta relativa de PCDD/F i PCB DL per grups de població. Distribució dels valors d'exposició i influència d'algunes incerteses.

Grup de població	Variabilitat						Incertesa c*Q					
	mitjana	SD	P50	P75	P90	P95	mitjana	SD	P50	P75	P90	P95
Homes	1,16	0,44	1,09	1,38	1,73	1,96	1,35	0,50	1,27	1,60	2,00	2,25
Dones	1,31	0,50	1,23	1,57	1,98	2,23	1,56	0,59	1,45	1,86	2,33	2,64
Nois adolescents	1,51	0,66	1,38	1,82	2,35	2,76	1,77	0,75	1,63	2,14	2,75	3,19
Noies adolescents	1,45	0,54	1,37	1,74	2,15	2,46	1,73	0,64	1,63	2,08	2,55	2,91
Homes> de 65 anys	1,11	0,41	1,03	1,33	1,66	1,86	1,29	0,47	1,21	1,55	1,91	2,15
Dones> de 65 anys	1,18	0,51	1,08	1,43	1,84	2,12	1,39	0,59	1,28	1,68	2,14	2,47
TOTAL	**1,31**	**0,51**	**1,23**	**1,58**	**1,99**	**2,26**	**1,51**	**0,58**	**1,42**	**1,82**	**2,28**	**2,59**

En pg OMS-TEQ/kg/dia

Es pot observar una coincidència considerable entre els valors de les mitjanes de l'estudi probabilístic i els càlculs deterministes.

Quan es considera solament la variabilitat, tota la població es troba a la banda baixa de l'interval recomanat per l'OMS (1-4 pg OMS-TEQ/kg/dia). Per a la majoria de la població la ingesta derivada de la consideració de la variabilitat es troba per sota dels 14 pg OMS-TEQ/kg/setmana (2pg OMS-TEQ/kg/dia), amb l'excepció d'un 5% de la població de les dones de qualsevol edat i d'unl 10% dels nois i noies adolescents. La majoria de la població presenta una ingesta per sota dels 70 pg OMS-TEQ/kg/mes (2,33pg OMS-TEQ/kg/dia) recomanats pel JECFA, tret d'un 5% dels nois i noies adolescents.

Quan es considera el pitjor escenari raonable que es crea en tenir en compte les incerteses associades a les dades de consum i de concentració, tampoc no s'observa que l'exposició calculada superi el nivell de seguretat toxicològic d'1-4 pg OMS-TEQ/kg/dia establert per l'OMS. Tota la població es troba dins de l'interval. En la majoria de casos la ingesta derivada de la consideració de la variabilitat, es troba per sota dels 14 pg OMS-TEQ/kg/setmana, amb l'excepció del 5% dels homes adults, el 10% de les dones adultes i el 25 % dels nois i noies adolescents. En la gran majoria de casos, la ingesta es troba per sota dels 70 pg OMS-TEQ/kg/mes recomanats pel JECFA, a excepció del 10% de dones adultes i dels nois i noies adolescents i del 5% de les dones més grans de 65 anys.

8.3.5 Evolució 2000-2005

8.3.5.1 Concentració

Per tal de comparar l'estudi realitzat el 2000 amb l'actual, s'ha tingut en compte només la concentració dels congèneres (PCB DL) analitzats en tots dos estudis.

Les figures 18,19 i 20 mostren la comparació de les mitjanes de concentració de PCDD/F i PCB DL en els aliments corresponents als dos estudis, agrupats segons la magnitud de les seves concentracions corresponents.

Figura 18. Evolució de la concentració de PCDD/F + PCB DL 2000 - 2005.

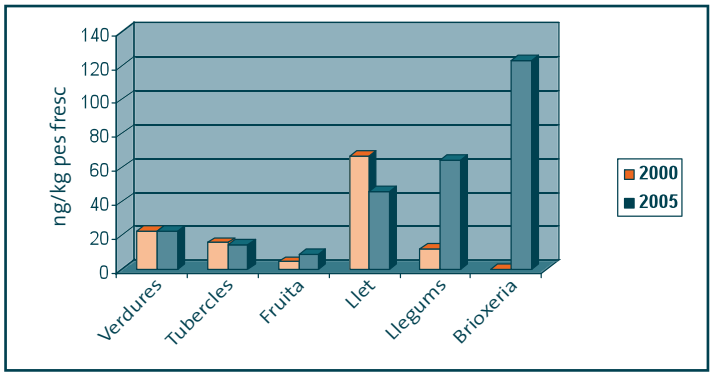


Figura 19. Evolución de la concentración de PCDD/F + PCB DL. 2000 - 2005.

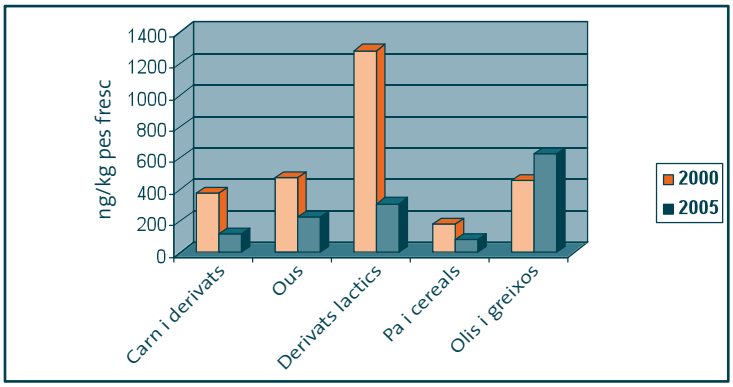
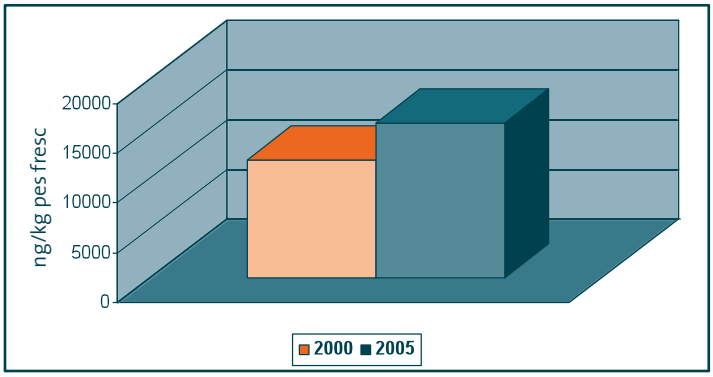


Figura 20. Evolució de la concentració de PCDD/F + PCB DL en peix i marisc 2000- 2005.



En general, es pot destacar una davallada en la majoria de grups d'aliments, a excepció del grup del peix, les fruites, els olis i els greixos i els llegums, que augmenten el 2005.

8.3.5.2 Ingesta

La taula 63 mostra l'evolució de la ingesta conjunta entre els dos estudis de dieta total, prenent com a referent la de l'home adult. S'hi observa una disminució important, de 245,5 a 78,07 pg OMS-TEQ/dia (68%), tot i considerar el nombre més gran de PCB DL analitzats en aquest estudi.

El descens de les aportacions és marcat i general, i destaca la disminució de l'aportació dels derivats lactis i del grup del pa i els cereals, amb l'única excepció d'un lleuger increment en el valor aportat per la llet.

Taula 63. Evolució de la ingesta de PCDD/F + PCB DL 2000 - 2005.

Aliment	Consum d'aliment g/día		Ingesta de PCDD/F + PCB DL pg OMS - TEQ/día	
	2000	Encat 2003	2000	2005
Carn i derivats	185	171,9	20,94	4,86
Peix i marisc	92	67,53	111,6	45,30
Verdures i hortalisses	226	159,7	2,74	1,98
Tubercles	74	73,06	1,73	1,22
Fruites	239	193,6	4,30	1,44
Ous	34	31,29	3,21	0,99
Llet	217	128,4	3,88	3,19
Derivats lactis	106	75,62	52,70	3,05
Pa i cereals	206	224,3	25,12	8,60
Llegums	24	30,36	0,70	0,65
Olis i greixos	41	27,16	18,60	4,98
Brioixeria		45,45		1,82
Total aliments considerat	**1.444**	**1.228**	**245,5**	**78,07**

8.3.6 Altres estudis

A la taula 64 es presenten les dades d'alguns estudis similars d'arreu del món, on, tot i sent difícils les comparances per raons de les diverses metodologies i dissenys d'estudi emprats, podem situar-nos en l'entorn.

Taula 64. Ingesta diària conjunta de PCDD/F + PCB DL. Comparativa amb altres estudis d'ingesta.

País	pg TEQ/dia	pg TEQ/kg/dia	Autors
Catalunya	78,07	1,12	Aquest estudi
Japó		1,49	Mato, Y y col., 2007
Egipte		6,68	Loutfy, N y col., 2006
Itàlia		2,28	Fattore, E y col., 2006
Japó	77,49	1,55	Sasamoto, T y col., 2006
Espanya (Huelva)	264,6	3,78	Bordajandi, LR y col., 2004
Austràlia		0,52	Food Standards Australia New Zealand 2004
Holanda		1,1	Baars, AJ y col., 2004
Finlàndia	114	1,5	Kiviranta, H y col., 2004
Regne Unit		0,9	Datos gubernamentales
Bèlgica	132,9	2,04	Focant, JF y col., 2002
Catalunya	245,5	3,51	Estudi 2000

9 Hidrocarburs aromàtics policíclics (HAP)

9.1 Resultats de les anàlisis d'aliments

S'han analitzat els setze HAP que l'EPA recomana mesurar en aliments (EPA, 1984) que ja es van analitzar el 2000 i en l'estudi específic de peix i marisc. Vuit d'ells (marcats amb asterisc a la llista) són els que, el 2008, l'EFSA va considerar com els millors indicadors en el cas de substàncies genotòxiques i cancerígenes (HAP8) i que, alhora, formen part de la llista recomanada per la UE el 2005 (2005/108/CE) per recollir informació relativa a HAP en aliments.

Naftalè	Acenaftilè	Acenaftè	Fluorè
Fenantrè	Antracè	Fluorantè	Pirè
Benzo(a)antracè*	Crisè*	Benzo(b)fluorantè*	Benzo(k)fluorantè*
Benzo(a)pirè*	Dibenzo(a,h)antracè*	Benzo(g,h,i)perilè*	Indè(1,2,3-c,d)pirè*

A la taula 65 es presenten les concentracions d'HAP detectades en els diferents grups d'aliments estudiats.

Els nivells totals més elevats s'han detectat en els grups següents: carn i derivats amb 25,56 µg/kg, en el qual destaca el xoriço amb 189,28 µg/kg; olis i greixos amb 23,48 µg/kg, en què destaca l'oli d'oliva amb 32,24 µg/kg, i pa i cereals amb 20,44 µg/kg, en què destaca el pa blanc amb 35,69 µg/kg.

Taula 65. Concentració d'HAP. Valors mitjana dels grups d'aliments.

	Carn i derivats	Peix i marisc	Verdures i hortalisses	Tubercles	Fruites	Ous	Llet	Derivats lactis	Pa i cereals	Llegums	Olis i greixos	Brioixeria
Naftalè	2,26	1,73	0,33	0,39	0,44	1,54	1,00	0,96	2,93	1,14	10,50	2,66
Acenaftilè	1,21	0,23	0,06	0,08	0,05	0,23	0,04	0,19	0,29	0,08	1,23	0,45
Acenaftè	0,24	0,52	0,09	0,12	0,06	0,50	0,08	0,19	0,85	0,55	1,23	0,35
Fluorè	1,52	0,54	0,59	0,08	0,06	0,73	0,09	0,19	2,12	1,27	1,23	0,91
Fenantrè	9,42	1,37	0,23	0,08	0,05	2,43	0,22	0,72	8,84	2,99	1,23	2,08
Antracè	1,69	0,19	0,06	0,08	0,05	0,33	0,03	0,19	0,32	0,10	1,23	0,43
Fluorantè	3,76	0,93	0,09	0,08	0,07	1,04	0,16	0,82	2,92	1,00	1,23	1,58
Pirè	3,59	0,64	0,08	0,08	0,09	0,79	0,43	0,19	1,38	0,54	1,66	1,41
Benzo(a)antracè*	0,48	0,21	0,02	0,03	0,02	0,12	0,02	0,08	0,08	0,03	0,50	0,21
Crisè*	0,63	0,37	0,02	0,03	0,02	0,21	0,02	0,08	0,18	0,07	0,50	0,32
Benzo(b)fluorantè*	0,23	0,44	0,02	0,03	0,02	0,13	0,06	0,08	0,14	0,05	0,50	0,12
Benzo(k)fluorantè*	0,12	0,20	0,02	0,03	0,02	0,09	0,05	0,08	0,06	0,03	0,50	0,12
Benzo(a)pirè*	0,13	0,14	0,02	0,03	0,02	0,09	0,06	0,08	0,05	0,03	0,50	0,12
Dibenzo(a,h)antracè*	0,11	0,11	0,02	0,03	0,02	0,18	0,10	0,08	0,04	0,03	0,50	0,12
Benzo(g,h,i)perilè*	0,09	0,21	0,03	0,03	0,03	0,09	0,12	0,08	0,13	0,03	0,50	0,18
Indè(1,2,3-c,d)pirè*	0,09	0,17	0,03	0,03	0,02	0,09	0,10	0,08	0,12	0,03	0,50	0,18
HAP total	**25,56**	**8,01**	**1,73**	**1,21**	**1,05**	**8,56**	**2,58**	**4,08**	**20,44**	**7,96**	**23,48**	**11,22**
Sum HAP8 EFSA*	**1,88**	**1,85**	**0,20**	**0,03**	**0,18**	**0,98**	**0,53**	**0,62**	**0,79**	**0,30**	**3,97**	**1,37**

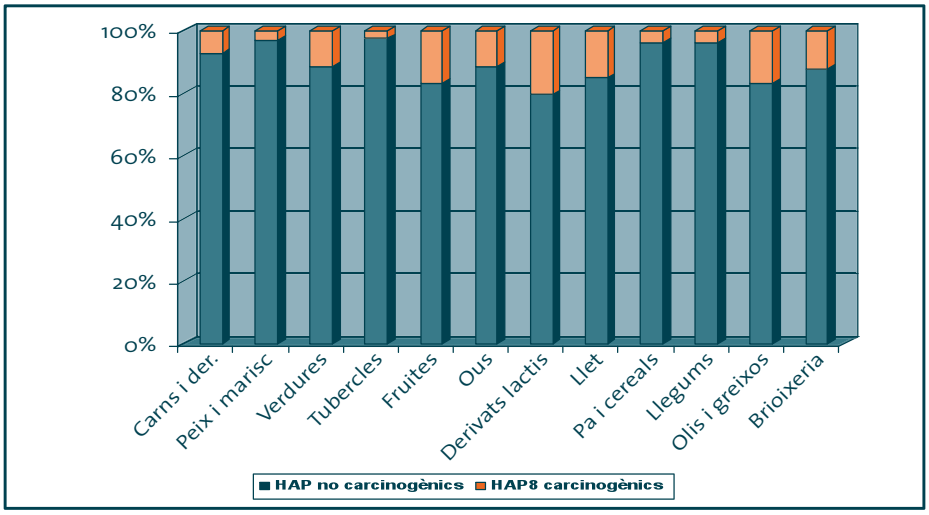
* Indicador d'exposició dietètica a HAP genotòxics i cancerígens segons l'EFSA 2008

En µg/kg de pes fresc

Pel que fa al còmput d'HAP carcinògens (HAP8), els valors mitjana més elevats s'han trobat en els grups següents: olis i greixos amb 3,97 µg/kg, en què destaca l'oli de gira-sol amb 4,20 µg/kg; carn i derivats amb 1,88 µg/kg, en què destaca el xoriço amb 11,10 µg/kg, i peix i marisc amb 1,85 µg/kg, en què destaca el musclo amb 7,29 µg/kg.

A la figura 21 es presenta la proporció, en el total d'HAP estudiats, dels HAP carcinògens (HAP8) i no carcinògens en cada un dels grups d'aliments estudiats. S'observa que la gran majoria dels HAP presents són de característiques no carcinògenes.

Figura 21. Proporció d'HAP8 carcinògens i no carcinògens en els grups d'aliments.



9.2 Contribució dels aliments a la ingesta

La ingesta d'HAP total estimada a través del consum dels aliments considerats és de 12,04 µg/dia; d'aquests, 939,2 ng/dia corresponen als HAP8 considerats carcinògens. La ingesta de B(a)p s'estima en 89,29 ng/dia.

A la taula 66 es resumeixen aquestes dades per grups d'aliments. Atenent a la ingesta com a HAP total, la contribució més gran prové del grup del pa i els cereals amb 5,47 µg/dia, seguit del de la carn i els derivats amb 3,28 µg/dia. En el grup de pa i cereals destaca la contribució del pa blanc amb 3,84 µg/dia i en el de la carn i els derivats, el xoriço amb 2,04 µg/dia. Aquest valor destacat del xoriço es deu probablement a la presència de processos de fumatge en aquest tipus de preparació. Observant la ingesta d'HAP8 i de B(a)p, destaca en primer lloc el grup de carn i derivats en tots dos casos.

A la figura 22, 23 i 24 es representen els percentatges de contribució dels diferents aliments a la ingesta diària estimada d'HAP totals, d'HAP8 cancerígens i de B(a)p.

Es pot comprovar que, així com en termes d'HAP total és el pa i els cereals el grup més aportador, en termes d'HAP8 i de B(a)p ho és majoritàriament la carn i els derivats.

Taula 66. Ingesta diària estimada d'HAP. Resum per grups d'aliments.

Aliments	Consum d'aliment	Ingesta d'HAP total	Ingesta d'HAP8 carcinógenos	Ingesta de B(a)p
	g/dia	µg/dia	ng/dia	ng/dia
Carn i derivats	139,9	3,28	306,4	25,70
Peix i marisc	52,94	0,34	74,46	0,26
Verdures i hortalisses	93,69	0,34	30,19	0,71
Tubercles	73,06	0,09	2,26	0,14
Fruites	135,2	0,20	35,70	0,14
Ous	31,07	0,27	30,66	0,01
Llet	127,1	0,40	88,01	0,20
Derivats lactis	56,17	0,14	22,50	1,10
Pa i cereals	217,2	5,47	174,2	0,03
Llegums	15,45	0,22	9,06	0,44
Olis i greixos	27,09	0,85	107,4	0,31
Bollería	19,04	0,46	58,26	0,25
Total aliments estudi	**987,9**	**10,57**	**791,8**	**75,25**
Total aliments considerat	**1.228**	**12,04**	**939,2**	**89,29**

Figura 22. Contribució del tipus d'aliment a la ingesta d'HAP totals.

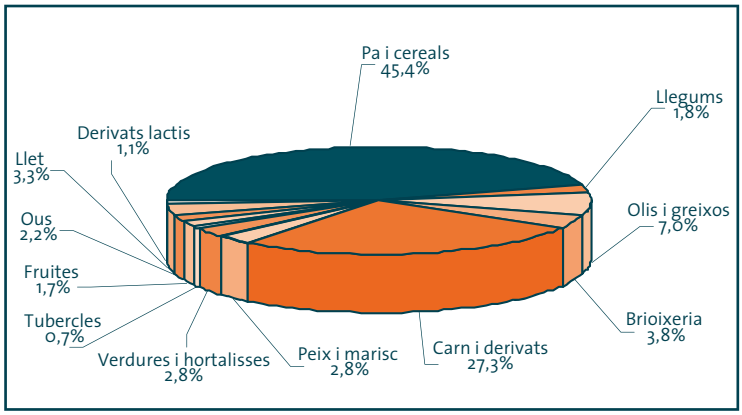


Figura 23. Contribució del tipus d'aliment a la ingesta d'HAP8.

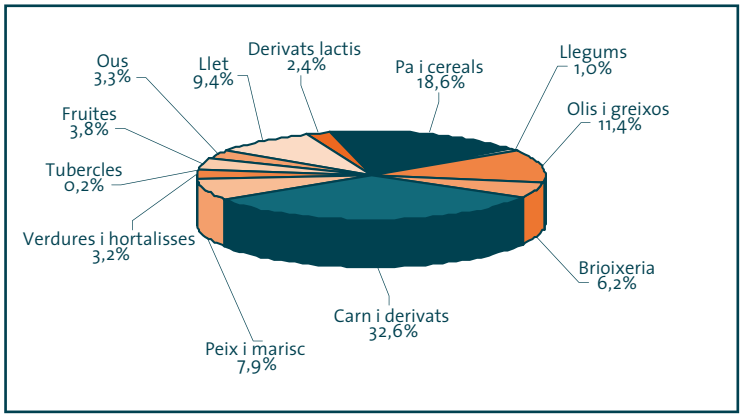
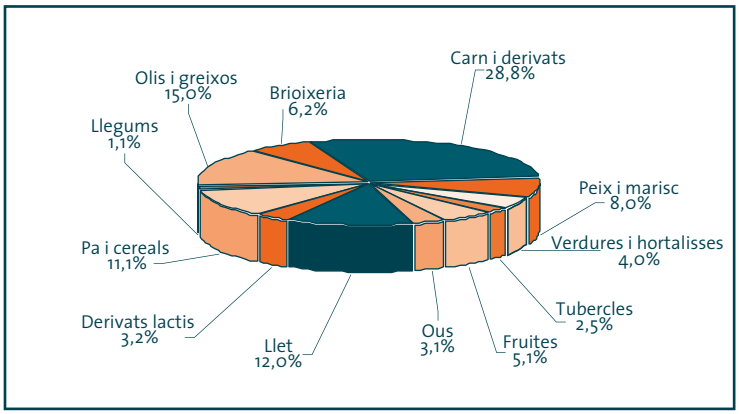


Figura 24. Contribució del tipus d'aliment a la ingesta de B(a)p.



9.3 Ingesta diària estimada per grups de població

La taula 67 mostra la ingesta estimada d'HAP per als diferents grups de població, segons edat i sexe. La ingesta estimada més elevada correspon als grups dels nois adolescents.

Taula 67. Ingesta diària estimada d'HAP dels diferents grups de població.

Grup de població	Ingesta d'HAP total	Ingesta d'HAP8 carcinògens	Ingesta de B(a)p
	µg/dia	ng/dia	ng/dia
Homes	12,04	939,2	89,29
Dones	8,24	731,5	73,49
Nens i nenes	10,18	932,2	91,97
Nois adolescents	13,83	1096	101,6
Noies adolescents	10,16	818,8	78,94
Homes més grans de 65 anys	9,19	736,7	73,73
Dones més grans de 65 anys	6,89	587,6	60,75

9.4 Avaluació del risc

9.4.1 Comparació amb els nivells de seguretat establerts

A la taula 68 es presenta la ingesta diària estimada d'HAP, en els diferents grups de població expressada en funció del pes corporal. Com és habitual en la majoria de contaminants, en expressar l'exposició en relació amb el pes corporal, el grup dels nens i les nenes es destaca.

Tal i com es recull en la opinió sobre els HAP en aliments que va ser adoptada per l'EFSA el juny de 2008 d'acord amb les dades aportades pels estats membres, s'estima que l'exposició dietètica del consumidor mitjà-alt es

troba en un rang entre els 28,1 i els 51,3 ng/kg/dia en el cas dels HAP8 i entre els 3,9 i els 6,5 ng/kg/dia en cas del del B(a)p.

Com es pot comprovar, les dades corresponents a la ingesta dels adults a Catalunya són força inferiors.

Taula 68. Ingesta diària estimada d'HAP dels diferents grups de població.

Grupo de població	Ingesta de d'HAP total	Ingesta d'HAP8 carcinògens	Ingesta de B(a)p
	µg/kg/dia	ng/kg/dia	ng/kg/dia
Homes	0,17	13,42	1,28
Dones	0,15	13,30	1,34
Nens i nenes	0,42	38,84	3,83
Nois adolescents	0,25	19,57	1,81
Noies adolescents	0,19	15,45	1,49
Homes més grans de 65 anys	0,14	11,33	1,13
Dones més grans de 65 anys	0,11	9,79	1,01

Per als compostos que tenen RfD (dosi de referència) establerta, és a dir la dosi per sota del qual és altament improbable que apareguin efectes tòxics, l'avaluació es fa individualment. Es pot observar, per comparació, una ingesta diària molt per sota d'aquests valors per a tots els grups de població (taula 69). Els corresponents quocients de risc obtinguts dividint l'exposició per la RfD, donen valors molt inferiors a la unitat en tots els casos.

Taula 69. Ingesta diària corresponent als HAP amb dosi de referència establerta.

Grup de població	Antracè	Acenaftè	Fluorantè	Fluorè	Pirè
Homes	5,7E-06	5,1E-06	2,0E-05	1,3E-05	1,5E-05
Dones	4,4E-06	4,0E-06	1,5E-05	9,6E-06	1,1E-05
Nens i nenes	5,8E-06	4,8E-06	1,9E-05	1,1E-05	1,5E-05
Nois adolescents	6,6E-06	5,8E-06	2,4E-05	1,5E-05	1,8E-05
Noies adolescents	5,2E-06	4,6E-06	1,9E-05	1,1E-05	1,4E-05
Homes més grans de 65 anys	4,3E-06	4,5E-06	1,6E-05	1,1E-05	1,1E-05
Dones més grans de 65 anys	3,7E-06	3,4E-06	1,2E-05	8,1E-06	9,4E-06
Dosi de referència (RfD)	3,0E-01	6,0E-02	4,0E-02	4,0E-02	3,0E-02

En mg/kg/dia

Alguns dels HAP són coneguts genotòxics i cancerígens. L'avaluació del risc que suposa l'exposició a aquest tipus de substàncies s'ha dut a terme seguint les recomanacions que l'EFSA va fer el 2008, utilitzant el marge d'exposició o MOE (margin of exposure). El MOE és un quocient de risc i es calcula dividint una dosi de referència, de la qual coneixem el percentatge d'efecte que produeix experimentalment, per la dosi que es vol avaluar. Per tant, en una situació concreta és desitjable un valor de MOE com més alt millor.

Per al cas concret dels HAP cancerígens, l'EFSA proposa avaluar la suma dels HAP8 vers una dosi experimental i crònica que produeix un 10% d'incidència de tumors en ratolins (límit inferior de l'interval de confiança del 95% corresponent a la dosi) o BMDL10.

Els valors de BMDL10 per als HAP que recomana l'EFSA s'extreuen dels treballs de carcinogènesi duts a terme per Culp i col·laboradors el 1998. Per al B(a)p es calcula una BMDL10 de 4,2 mg/dia i per a HAP8, de 29,4 mg/dia.

Utilitzant aquests paràmetres podem calcular els MOE dels grups amb ingestes més altes del nostre estudi i comparar-los amb els habituals en la població de la UE, tenint en compte que l'EFSA considera que els valors de MOE iguals o superiors a 10.000 són propis de situacions de baix o molt baix risc.

Les dades es presenten a la taula 70. Cal esmentar que aquest valor de 10.000 no s'ha de considerar com un valor de seguretat al qual cal tendir, sinó que sempre hem d'intentar reduir al màxim l'exposició a aquest tipus de substàncies. Com es pot observar, els valors de MOE obtinguts per a la nostra població són superiors als de la població europea de referència i al límit de 10.000.

Taula 70. Valors de MOE per a l'exposició a HAP8 i B(a)p.

Ingesta diària	HAP8*	MOE_{HAP8}	B(a)p*	$MOE_{B(a)p}$
Habitual, adult UE (EFSA)	1.729	17.000	235	17.900
Home adult estudi	939,2	31.296	89,29	47.110
Nens i nenes	932,2	31.538	91,97	45.667
Nois adolescents	1.096	26.818	101,6	41.403

*En ng/dia

9.4.2 Avaluació probabilística de l'exposició

A la taula 71 es presenten els resultats de l'avaluació probabilística de l'exposició a HAP total a través de la dieta.

Taula 71. Ingesta relativa d'HAP total per grups de població. Distribució dels valors d'exposició i influència d'algunes incerteses.

Grup de població	Variabilitat						Incertesa c*Q					
	mitjana	SD	P50	P75	P90	P95	mitjana	SD	P50	P75	P90	P95
Homes	0,19	0,06	0,19	0,23	0,27	0,30	0,24	0,07	0,23	0,28	0,34	0,38
Dones	0,17	0,05	0,16	0,19	0,23	0,26	0,20	0,06	0,19	0,24	0,28	0,31
Nois adolescents	0,28	0,10	0,26	0,33	0,41	0,47	0,34	0,13	0,31	0,40	0,50	0,58
Noies adolescents	0,22	0,07	0,21	0,26	0,32	0,35	0,27	0,09	0,26	0,32	0,38	0,43
Homes> de 65 anys	0,15	0,05	0,15	0,18	0,21	0,24	0,18	0,06	0,18	0,22	0,26	0,29
Dones> de 65 anys	0,13	0,04	0,12	0,15	0,18	0,20	0,15	0,05	0,14	0,18	0,22	0,24
TOTAL	**0,19**	**0,06**	**0,18**	**0,22**	**0,27**	**0,31**	**0,24**	**0,08**	**0,22**	**0,28**	**0,34**	**0,39**

En µg/kg/dia

Es pot observar una coincidència considerable entre els valors de les mitjanes de l'estudi probabilístic i els càlculs deterministes. Lògicament, en tenir en compte la incertesa, aquests valors augmenten. En cap cas, ni quan es considera la variabilitat, ni en el pitjor escenari raonable que es crea en tenir en compte les incerteses associades a les dades de consum i de concentració, els valors obtinguts superen el doble o triple dels valors deterministes. Òbviament, donat l'ample marge que separa aquests valors de qualsevol xifra de risc, en aquests supòsits tampoc no ens aproximem significativament a situacions límit.

9.5 Evolució 2000-2005

9.5.1 Concentració

A les figures 25, 26 i 27 es mostren les comparacions de les concentracions mitjanes d'HAP totals, HAP8 i B(a)p trobades en els dos estudis.

Per als HAP totals, encara que s'observen algunes davallades com en el cas dels tubercles o els derivats lactis, la majoria dels grups d'aliments manifesten increments: carn i derivats, ous, pa i cereals, llet, llegums, verdures i olis i greixos.

Pel que fa als HAP8 s'observa una tendència a la disminució de les concentracions: tubercles, pa i cereals. En canvi, es detecten pujades en els valors de: llet, fruites, ous i olis i greixos.

En el cas del B(a)p s'observa una disminució del contingut en peix i marisc, pa i cereals, tubercles i llegums. S'aprecien increments en carn i derivats, verdures, fruites, ous, llet i olis i greixos.

Figura 25. Comparació de les concentracions mitjanes d'HAP total l 2000- 2005.

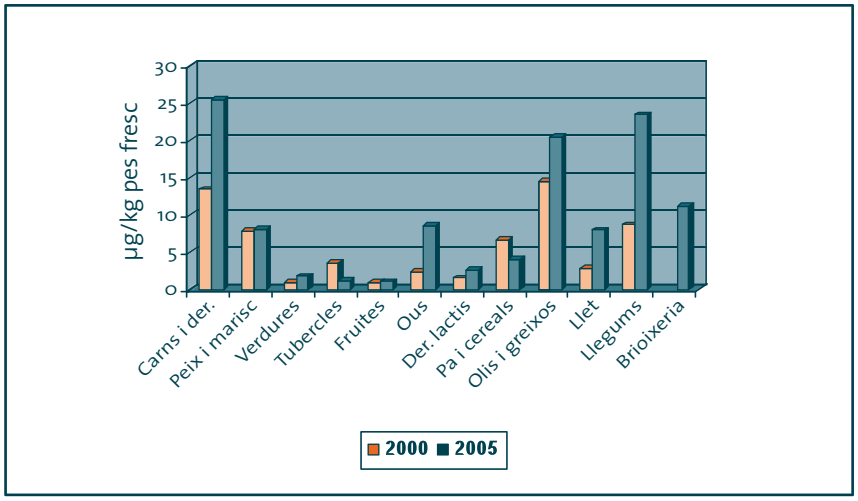


Figura 26. **Comparació de les concentracions mitjanes d'HAP8 2000- 2005.**

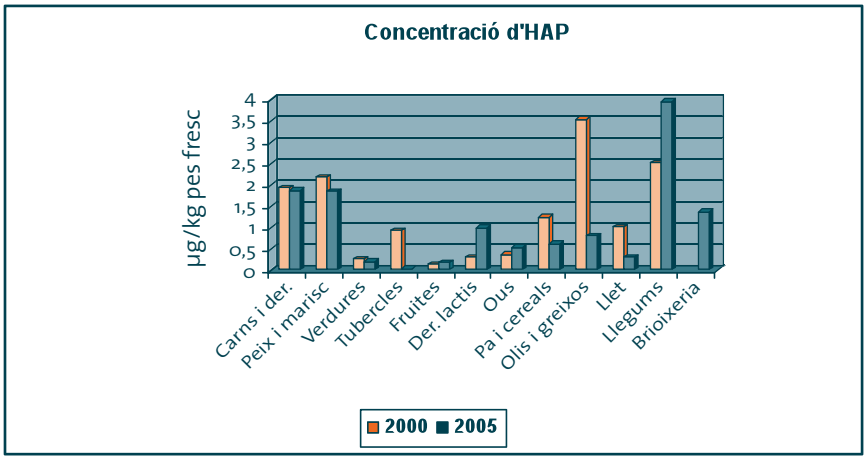
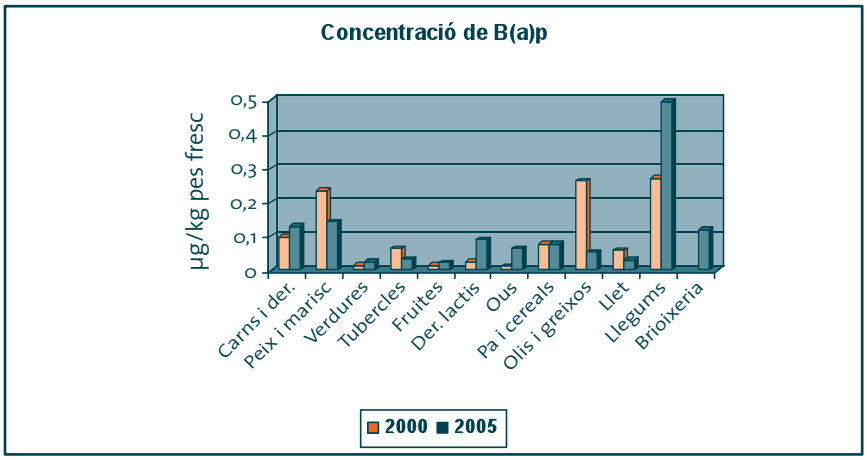


Figura 27. **Comparació de les concentracions mitjanes de B(a)p 2000- 2005.**



9.5.2 Ingesta

Com podem observar a la taula 72 la ingesta total d'HAP estimada, per a un individu adult a Catalunya és de 12,04 µg/dia, mentre que l'any 2000 va ser de 8,42 µg/dia (43%). Pel que fa a l'evolució dels valors d'ingesta per al conjunt dels HAP8 i el B(a)p, s'aprecia en tots dos casos un notable descens en la ingesta, un 48% i un 31% respectivament.

Taula 72. Variació en la ingesta diària d'HAP totals, HAP8 i B(a)p. 2000-2005.

Aliments	Consum d'aliment		HAP total		HAP8		B(a)p	
	g/dia		µg/dia		ng/dia		ng/dia	
	2000	Encat 2003	2000	2005	2000	2005	2000	2005
Carn i derivats	185	171,9	2,49	3,28	358,3	306,4	18,13	25,70
Peix i marisc	92	67,53	0,73	0,34	201,2	74,46	21,62	7,14
Verdures i hortalisses	226	159,7	0,20	0,34	56,95	30,19	2,94	3,53
Tubercles	74	73,06	0,27	0,09	68,30	2,26	4,66	2,26
Fruites	239	193,6	0,23	0,20	29,88	35,70	3,35	4,52
Ous	34	31,29	0,08	0,27	10,30	30,66	0,78	2,78
Llet	217	128,4	0,33	0,40	78,12	88,01	2,39	10,72
Derivats lactis	106	75,62	0,70	0,14	132,9	22,50	8,27	2,81
Pa i cereals	206	224,3	2,98	5,47	734,8	174,2	53,97	9,92
Llegums	24	30,36	0,07	0,22	24,46	9,06	1,39	0,94
Olis i greixos	41	27,16	0,36	0,85	103,6	107,4	11,15	13,42
Brioixeria		45,45		0,46		58,26		5,55
Total aliments considerat	**1.444**	**1.228**	**8,42**	**12,04**	**1.799**	**939,2**	**128,6**	**89,29**

9.6 Altres estudis

A la taula 73 es presenten les dades d'alguns estudis similars d'arreu del món, on, tot i sent difícils les comparacions per raons de la metodologia emprada, es pot comprovar un nivell relativament elevat d'ingesta detectat en aquest estudi.

Taula 73. Ingesta diària d'HAP. Comparativa amb altres estudis d'ingesta.

País	µg/dia	Autors
Catalunya	12,04	Aquest estudi
Espanya	8,57	Ibáñez, R i col., 2005
Catalunya	8,4	Estudi 2000
Nova Zelanda	3,2	Thomson, B i col., 1996
Itàlia	3	Lodovici, M i col., 1995
Estats Units	3	Menzie, CA i col., 1992
Holanda	entre 5 i 17	de Vos, RH i col., 1990
Regne Unit	3,7	Dennis, MJ i col., 1983

10 Hexaclorobenzè (HCB)

10.1 Resultats de les anàlisis d'aliments

Les concentracions detectades en els diferents grups d'aliments analitzats es presenten a la taula 74. Els nivells més elevats s'han trobat en el grup del peix i el marisc: salmó, verat, moll i llenguado (1.680 ng/kg, 804,3 ng/kg, 593,3 ng/kg i 549,6 ng/kg de pes fresc respectivament); i en el grup dels olis i els greixos (mantega) i els derivats lactis (formatge) amb 1.550 i 540,0 ng/kg respectivament.

Les concentracions més baixes es detecten a les verdures amb 6,14 ng/kg, els tubercles amb 7,70 ng/kg i les fruites amb 5,25 ng/kg de pes fresc.

Taula 74. Concentració d'HCB en els aliments.

Aliments	Concentració d'HCB
Carn i derivats	111,9
Peix i marisc	330,0
Verdures i hortalisses	6,14
Tubercles	7,70
Fruites	5,25
Ous	174,8
Llet	50,75
Derivats lactis	283,5
Pa i cereals	43,75
Llegums	15,00
Olis i greixos	480,6
Brioixeria	86,83

En ng/kg de pes fresc

10.2 Contribució dels aliments a la ingesta

La ingesta diària estimada d'hexaclorobenzè per a un home adult es xifra en 71,62 ng/dia. La llet sencera, els ous i el formatge són els aliments que més contribueixen a la ingesta d'hexaclorobenzè, amb 6,35 ng/dia, 5,43 ng/dia i 5,24 ng/dia respectivament. L'emperador és l'espècie que menys hi contribueix.

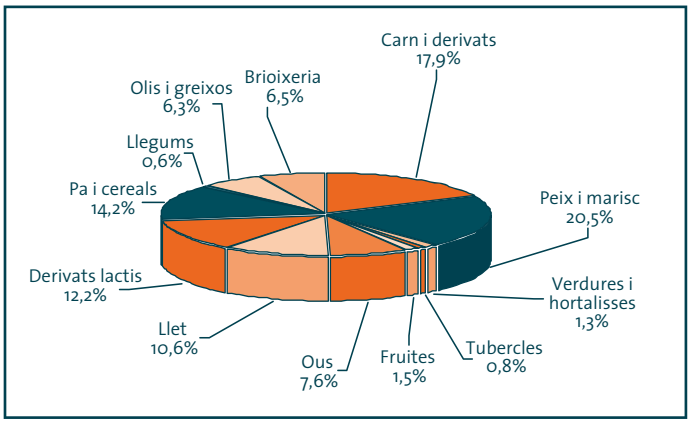
A la taula 75 es mostra el resum de la ingesta diària d'hexaclorobenzè per a un home adult i per grups d'aliments. Els que contribueixen més a la ingesta són el peix i el marisc, seguits pel grup de la carn i els derivats i el del pa i els cereals.

Taula 75. Ingesta diària d'HCB en un home adult.

Aliments	Consum d'aliment g/dia	Ingesta d'HCB ng/dia
Carn i derivats	171,9	12,83
Peix i marisc	67,53	14,70
Verdures i hortalisses	159,7	0,94
Tubercles	73,06	0,56
Fruites	193,6	1,05
Ous	31,29	5,47
Llet	128,4	7,57
Derivats lactis	75,62	8,74
Pa i cereals	224,3	10,17
Llegums	30,36	0,42
Olis i greixos	27,16	4,50
Brioixeria	45,45	4,68
Total aliments estudi	**987,9**	**59,73**
Total aliments considerat	**1.228**	**71,62**

A la figura 28 es presenta el percentatge de contribució dels diferents tipus d'aliments a la ingesta diària d'-hexaclorobenzè. S'observa com la contribució del peix s'eleva al 20,5%, la de la carn i els derivats fins al 17,9% i la del pa i els cereals al 14,2%. Entre els tres grups comptabilitzen el 52,6% de la ingesta.

Figura 28. Aportació percentual dels grups d'aliments a la ingesta diària d'HCB.



10.3 Ingesta diària estimada per grups de població

La taula 76 mostra la ingesta estimada d'hexaclorobenzè per als diferents grups de població, segons edat i sexe.

El grup de població amb més ingesta estimada d'hexaclorobenzè derivada del consum d'aliments és el format pels nens i les nenes amb 102,9 ng/dia, seguit pel dels nois adolescents amb 84,64 ng/dia, mentre que el grup amb menys ingesta diària correspon al grup de les dones majors de 65 anys, amb 50,11 ng/dia.

Taula 76. Ingesta diària estimada d'HCB dels diferents grups de població. Valor corresponent al total d'aliments considerats.

Grup de població	Ingesta d'HCB
Homes	71,62
Dones	63,46
Nens i nenes	102,9
Nois adolescents	84,64
Noies adolescents	51,86
Homes més grans de 65 anys	56,93
Dones més grans de 65 anys	50,11

En ng/dia

10.4 Avaluació del risc

10.4.1 Comparació amb els nivells de seguretat establerts

A la taula 77 es mostra la ingesta diària estimada d'hexaclorobenzè per consum d'aliments en els diferents grups de població, expressada en funció del pes corporal.

Taula 77. Ingesta d'HCB relativa al pes corporal.

Grup de població	Ingesta d'HCB
Homes	1,02
Dones	1,15
Nens i nenes	4,29
Nois adolescents	1,51
Noies adolescents	0,98
Homes més grans de 65 anys	0,88
Dones més grans de 65 anys	0,84

En ng/kg/dia

Per avaluar la ingesta d'hexaclorobenzè aportada pels aliments en la dieta s'ha tingut en compte la dosi oral de referència establerta per l'EPA, 0,8 µg/kg/dia; la ingesta diària admissible (JECFA), 0,6 µg/kg/dia, i l'establerta per l'OMS, 0,17 µg/kg/dia. Un home adult, un adolescent o un nen, amb ingestes de 0,00102 µg/kg/dia, 0,00151 µg/kg/dia i 0,0043 µg/kg/dia respectivament, estan clarament per sota de les referències esmentades.

10.4.2 Avaluació probabilística de l'exposició

A la taula 78 es presenten els resultats de l'avaluació probabilística de l'exposició a l'hexaclorobenzè a través de la dieta.

Taula 78. Ingesta relativa d'HCB per grups de població. Distribució dels valors d'exposició i influència d'algunes incerteses.

Grup de població	Variabilitat						Incertesa c*Q					
	mitjana	SD	P50	P75	P90	P95	mitjana	SD	P50	P75	P90	P95
Homes	1,20	0,36	1,15	1,40	1,67	1,85	1,43	0,44	1,37	1,67	2,00	2,22
Dones	1,24	0,41	1,17	1,46	1,78	2,01	1,46	0,50	1,37	1,73	2,11	2,39
Nois adolescents	1,94	0,74	1,81	2,31	2,90	3,31	2,28	0,88	2,13	2,72	3,42	3,93
Noies adolescents	1,65	0,54	1,57	1,92	2,34	2,66	1,99	0,66	1,89	2,32	2,85	3,25
Homes > de 65 anys	0,98	0,31	0,94	1,16	1,38	1,54	1,16	0,37	1,11	1,37	1,65	1,84
Dones > de 65 anys	1,04	0,36	0,98	1,23	1,52	1,72	1,22	0,42	1,15	1,44	1,77	2,03
TOTAL	**1,34**	**0,47**	**1,26**	**1,59**	**1,95**	**2,20**	**1,57**	**0,56**	**1,47**	**1,87**	**2,30**	**2,60**

En ng/kg/dia

Es pot observar una correlació considerable entre els valors de les mitjanes de l'estudi probabilístic i els càlculs deterministes, encara que aquestes darreres són una mica més baixes. Aquest desplaçament és lleugerament més marcat en el cas dels adolescents. Aquestes diferències estan provocades molt probablement per la naturalesa diferent de les dades de les estadístiques que s'han d'emprar en els dos tipus d'estimació.

Lògicament, en tenir en compte la incertesa, aquests valors augmenten. En cap cas, ni quan es considera la variabilitat, ni en el pitjor escenari raonable que es crea en tenir en compte les incerteses associades a les dades de consum i de concentració, s'observa que l'exposició calculada superi el nivell de la dosi oral de referència establerta per l'EPA, 0,8 µg/kg/dia; la ingesta diària admissible (JECFA), 0,6 µg/kg/dia, o l'establerta per l'OMS, 0,17 µg/kg/dia. El percentil 95 (alt) de la població realitza una ingesta entre 2.03-3,93 ng/kg/dia, segons el grup de població considerat.

10.5 Evolució 2000-2005

10.5.1 Concentració

Les figures 29 i 30 mostren la comparació de les mitjanes de concentració d'hexaclorobenzè entre els dos estudis realitzats. Es detecta un increment de concentracions en la majoria de grups: peix i marisc, olis i greixos, tubercles, llet, pa i cereals, fruites i llegums. Els valors descendeixen en carn i derivats lactis.

Figura 29. **Concentració mitjana d'HCB en aliments. Comparació 2000-2005.**

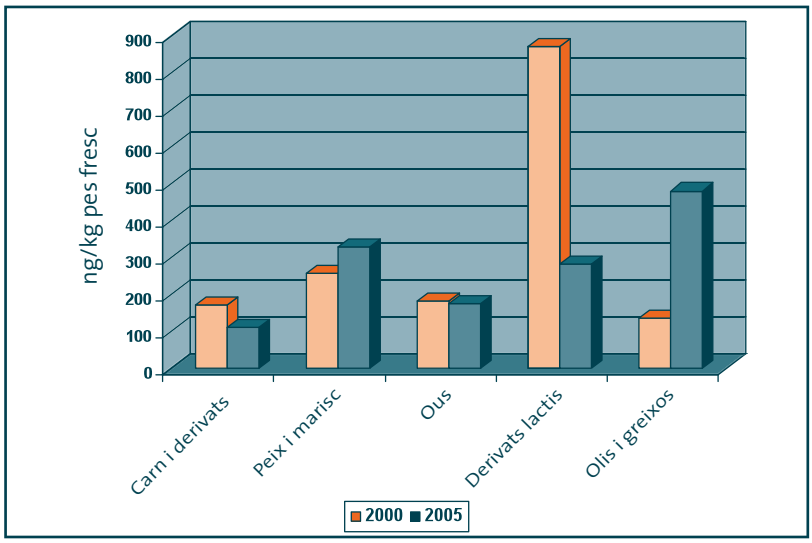
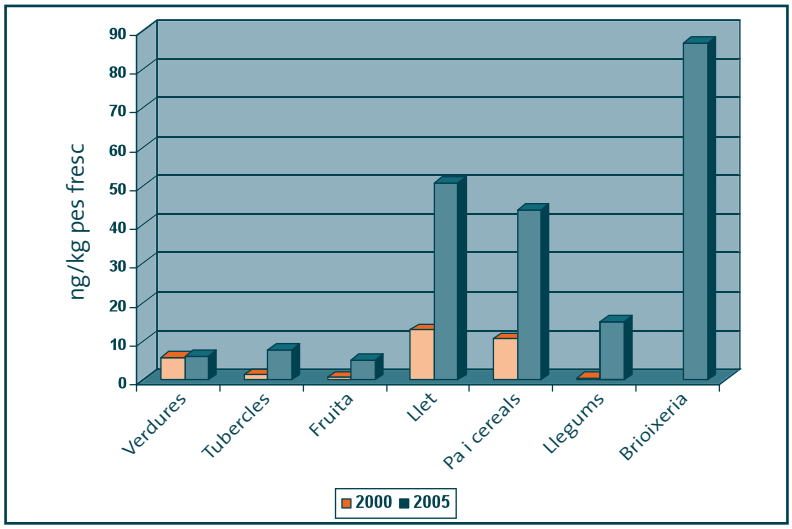


Figura 30. **Concentració mitjana d'HCB en aliments. Comparació 2000-2005.**



10.5.2 Ingesta

La taula 79 mostra l'evolució de la ingesta d'hexaclorobenzè entre els dos estudis de dieta total, prenent com a referència l'home adult. Com es pot observar, la davallada és molt notable i general (57%). La ingesta total d'hexaclorobenzè estimada per a un individu estàndard és de 71,62 ng/dia, valor força més baix que l'estimat l'any 2000, en què va ser de 166,2 ng/dia. Cal destacar la important davallada en la ingesta en el cas dels derivats lactis (67%).

Taula 79. Evolució de la ingesta d'HCB 2000-2005.

Aliments	Consum d'aliment g/dia		Ingesta d'HCB ng/dia	
	2000	Encat 2003	2000	2005
Carn i derivats	185	171,9	31,98	12,83
Peix i marisc	92	67,53	23,59	14,70
Verdures i hortalisses	226	159,7	1,31	0,94
Tubercles	74	73,06	0,10	0,56
Fruites	239	193,6	0,17	1,05
Ous	34	31,29	6,26	5,47
Llet	217	128,4	2,80	7,57
Derivats lactis	106	75,62	92,15	8,74
Pa i cereals	206	224,3	2,19	10,17
Llegums	24	30,36	0,01	0,42
Olis i greixos	41	27,16	5,61	4,50
Brioixeria		45,45		4,68
Total aliments considerat	**1.444**	**1.228**	**166,2**	**71,62**

10.6 Altres estudis

A la taula 80 es presenten les dades d'alguns estudis similars d'arreu del món, on, tot i sent difícils les comparacions per raons de les diverses metodologies i dissenys d'estudi emprats, podem situar-nos en l'entorn.

Taula 80. Ingesta diària d'HCB. Comparativa amb altres estudis d'ingesta.

País	ng/dia	Autors
Catalunya	72	Aquest estudi
Japó	114	Darnerud, PO y col., 2006
Xina	560	Nakata, H y col., 2002
Catalunya	166	Estudi 2000
País Basc	203	Urieta, I y col., 1996
Holanda	98 - 217	Brussaard, J y col., 1996
Suècia	350	Vaz, R, 1995
Austràlia	280	Kannan, K y col., 1994
Índia	126	Kannan, K y col., 1992
Anglaterra	210	Burton, M y col., 1987
Holanda	1.001	Greve, PA, 1986
Finlàndia	1.694	Moilanen, R y col., 1986

11 Èters difenílics polibromats (PBDE)

11.1 Resultats de les anàlisis d'aliments

Les concentracions de PBDE detectades en els grups d'aliments es presenten a la taula 81. Les concentracions més elevades de PBDE es detecten en el grup del peix i el marisc i també en el d'olis i greixos; amb unes concentracions mitjanes de 563,9 ng/kg i 359,3 ng/kg respectivament. D'altra banda, les concentracions més baixes es troben en el grup de les verdures, les fruites i la llet amb 23,92 ng/kg, 19,00 ng/kg i 11,35 ng/kg respectivament, de mitjana.

Taula 81. Concentració de PBDE. Valors mitjana.

	Carn i derivats	Peix i marisc	Verdures i hortalisses	Tubercles	Fruites	Ous	Llet	Derivats lactis	Pa i cereals	Llegums	Olis i greixos	Brioixeria
Tetra - BDE	8,09	289,4	2,54	6,80	2,81	10,01	1,65	8,65	5,63	4,45	45,25	14,67
Penta - BDE	11,04	154,2	3,33	15,10	3,76	13,55	1,60	9,18	5,39	4,05	61,50	16,10
Hexa - BDE	6,21	106,4	3,23	5,00	2,43	14,60	1,62	9,85	5,25	4,30	50,50	13,87
Hepta - BDE	5,28	6,74	3,23	5,00	2,50	12,85	1,62	9,85	5,25	4,30	50,50	12,57
Octa - BDE	19,30	7,20	11,60	15,00	7,50	43,80	4,86	29,55	15,75	12,90	151,5	41,60
Sum PBDE	**49,92**	**563,9**	**23,92**	**46,90**	**19,00**	**94,80**	**11,35**	**67,08**	**37,27**	**30,00**	**359,3**	**98,80**

En ng/kg de pes fresc

Quant al contingut total de PBDE, el grup del peix i el marisc és el que presenta en general les concentracions més elevades. La més alta es detecta en el salmó, amb 2.015 ng/kg de pes fresc, seguit del verat amb 1.124 ng/kg. Les concentracions més baixes les trobem en els grups de verdures, fruites i llet, amb les concentracions més baixes en coliflor, pera i llet semidesnatada amb 15,10 ng/kg, 14,70 ng/kg i 9,84 ng/kg de pes fresc respectivament.

11.2 Contribució dels aliments a la ingesta

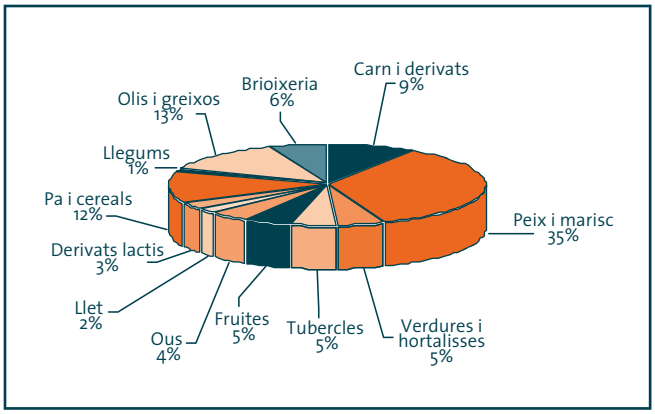
La taula 82 mostra la ingesta diària de PBDE per a un home adult per grups d'aliments. Aquesta ingesta s'estima en 75,45 ng/dia i es pot observar la contribució destacada dels grups del peix i el marisc, els olis i els greixos i el pa i els cereals.

Taula 82. Ingesta estimada de PBDE en l'home adult per grups d'aliments.

Aliments	Consum d'aliment	Ingesta de PBDE
	g/dia	ng/dia
Carn i derivats	171,9	6,83
Peix i marisc	67,53	26,47
Verdures i hortalisses	159,7	3,66
Tubercles	73,06	3,43
Fruites	193,6	3,82
Ous	31,29	2,97
Llet	128,4	1,53
Derivats lactis	75,62	2,38
Pa i cereals	224,3	9,43
Llegums	30,36	0,91
Olis i greixos	27,16	9,56
Brioixeria	45,45	4,46
Total aliments estudi	**987,9**	**61,77**
Total aliments considerat	**1.228**	**75,45**

A la figura 31 es presenta la contribució percentual dels diferents tipus d'aliments a la ingesta diària de PBDE.

Figura 31. Aportació percentual dels grups d'aliments a la ingesta diària.



11.3 Ingesta diària estimada per grups de població

A la taula 83 es presenta la ingesta diària estimada de PBDE a través dels aliments per als diferents grups de població, segons edat i sexe.

Taula 83. Ingesta diària estimada de PBDE dels diferents grups de població.

Grup de població	Ingesta diària de PBDE
Homes	75,45
Dones	69,16
Nens i nenes	62,08
Nois adolescents	72,90
Noies adolescents	59,42
Homes més grans de 65 anys	70,41
Dones més grans de 65 anys	61,56

En ng/dia

Els homes són el grup de població amb una ingesta diària estimada de PBDE més elevada, amb 75,45 ng/dia. Trobem valors molt propers al grup dels nois adolescents amb 72,90 ng/dia. El valor d'ingesta més baix correspon al grup de les noies adolescents, amb 59,42 ng/dia.

11.4 Avaluació del risc

A la taula 84 es presenta la ingesta diària estimada de PBDE per consum d'aliments, en els diferents grups de població relativa al pes corporal.

Taula 84. Ingesta de PBDE relativa al pes corporal.

Grup de població	Ingesta PBDE
Homes	1,08
Dones	1,26
Nens i nenes	2,59
Nois adolescents	1,30
Noies adolescents	1,12
Homes més grans de 65 anys	1,08
Dones més grans de 65 anys	1,03

En ng/kg/dia

L'absència de nivells de seguretat establerts no permet, ara per ara, fer una avaluació científica del risc que pot suposar la ingesta d'aquests contaminants.

Podem fer una aproximació al risc utilitzant el valor conegut de LOAEL i suggerit com a límit per a barreges de PBDE: 1 mg/kg/dia. En tots els grups d'edat ens trobem amb ingestes molt per sota d'aquest valor. A la taula 85 es presenten els resultats de l'avaluació probabilística de l'exposició a PBDE totals a través de la dieta.

Taula 85. Ingesta relativa de PBDE totals per grups de població. Distribució dels valors d'exposició i influència d'algunes incerteses.

Grup de població	Variabilitat						Incertesa c*Q					
	mitjana	SD	P50	P75	P90	P95	mitjana	SD	P50	P75	P90	P95
Homes	0,93	0,29	0,88	1,08	1,30	1,46	1,14	0,36	1,09	1,34	1,61	1,79
Dones	1,07	0,37	1,02	1,26	1,55	1,74	1,33	0,45	1,26	1,56	1,90	2,15
Nois adolescents	1,26	0,52	1,16	1,51	1,92	2,23	1,60	0,65	1,47	1,91	2,42	2,81
Noies adolescents	1,10	0,34	1,05	1,29	1,56	1,73	1,37	0,42	1,31	1,60	1,92	2,13
Homes > de 65 anys	0,89	0,27	0,85	1,04	1,25	1,38	1,07	0,32	1,03	1,25	1,49	1,64
Dones > de 65 anys	0,94	0,37	0,87	1,12	1,42	1,65	1,14	0,44	1,07	1,36	1,71	1,97
TOTAL	**1,02**	**0,35**	**0,96**	**1,21**	**1,49**	**1,66**	**1,26**	**0,42**	**1,19**	**1,48**	**1,82**	**2,03**

En ng/kg/dia

Es pot observar una coincidència entre els valors de les mitjanes de l'estudi probabilístic i els càlculs deterministes (taula 84). Lògicament, en tenir en compte la incertesa, aquests valors augmenten. En cap cas, ni quan es considera la variabilitat, ni en el pitjor escenari raonable que es crea en tenir en compte les incerteses associades a les dades de consum i de concentració, s'observa que l'exposició calculada ni tan sols s'acosta al LOAEL abans esmentat d'1 mg/kg/dia. El percentil 95 (alt) de la població realitza una ingesta entre 1,64-2,81 ng/kg/dia segons el grup de població considerat.

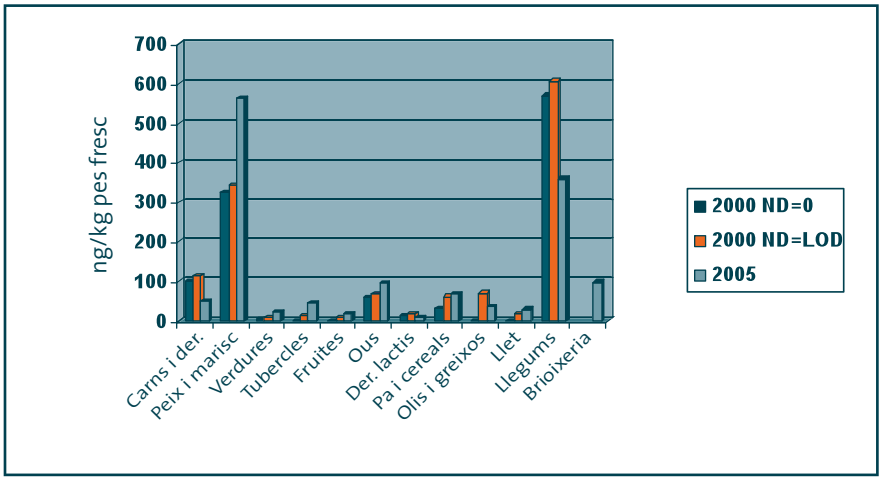
11.5 Evolució 2000-2005

11.5.1 Concentració

Les variacions en la concentració mitjana de PBDE en el global d'aliments estudiats al llarg dels dos estudis es mostra a la figura 32.

En general les concentracions han experimentat un augment, especialment intens en el cas dels tubercles, que han augmentat en un factor de 6. Per altra banda, destaca la disminució detectada en carn i derivats, llet i olis i greixos.

Figura 32. Concentració mitjana de PBDE en aliments. Comparació 2000-2005.



* 2005:ND= ½ LOD

11.5.2 Ingesta

A la taula 86 es pot observar la variació en la ingesta diària de PBDE entre els estudis del 2000 i el 2005. La ingesta total estimada disminueix del rang 81-112 ng/dia del 2000 a 75,45 ng/dia de l'estudi actual. Això representa una reducció del 22%.

S'observa una substancial davallada en la ingesta de PBDE a través dels aliments. En valorar aquest canvi hauríem de ponderar també el descens en la ingesta de peix i marisc de la població estàndard a Catalunya, que ha passat de 92 g/dia l'any 2000 a 68 g/dia el 2005.

Taula 86. Evolució de la ingesta de PBDE. 2000-2005.

Aliments	Consum d'aliment g/dia		Ingesta de PBDE ng/dia	
	2000	Encat 2003	2000	2005
Carn i derivats	185	171,9	18,94 - 21,50	6,83
Peix i marisc	92	67,53	29,93 - 31,52	26,47
Verdures i hortalisses	226	159,7	1,18 - 2,37	3,66
Tubercles	74	73,06	0,00 - 1,10	3,43
Fruites	239	193,6	0,00 - 2,75	3,82
Ous	34	31,29	1,98 - 2,38	2,97
Llet	217	128,4	2,86 - 4,49	1,53
Derivats lactis	106	75,62	3,61 - 6,56	2,38
Pa i cereals	206	224,3	0,00 - 14,73	9,43
Llegums	24	30,36	0,05 - 0,47	0,91
Olis i greixos	41	27,16	23,35 - 24,85	9,56
Brioixeria		45,45		4,46
Total aliments considerat	**1.444**	**1.228**	**81,9 - 112,7**	**75,45**

11.6 Altres estudis

A la taula 87 es presenten les dades d'alguns estudis similars d'arreu del món, on, tot i sent difícils les comparances per raons de les diverses metodologies i dissenys d'estudi emprats, podem situar-nos en l'entorn.

Taula 87. Ingesta diària de PBDE. Comparativa amb altres estudis d'ingesta.

País	ng/dia	Autors
Catalunya	75,45	A quest estudi
Bèlgica	23- 48	Voorspoels, S y col., 2007
Espanya	38,5	Gómara, G y col., 2006
Suècia	51	Darnerud, PO y col., 2006
EUA	14,9 - 44,7	Huwe, JK y col., 2005
Regne Unit i Canadà	90,5	Wijesekera, JK y col., 2002
Regne Unit i Canadà	44	Ryan, JK y col., 2001
Catalunya	82 - 113	Estudi 2000

12 Èters difenílics policlorats (PCDE)

12.1 Resultats de les anàlisis d'aliments

A la taula 88 es mostren els valors mitjana trobats per a cada un dels grups d'aliments. Els nivells més elevats s'han trobat en el grup del peix i el marisc: moll, sardina, seitó i tonyina amb 7.088 ng/kg, 1.829 ng/kg, 1.606 ng/kg i 1.292 ng/kg de pes fresc respectivament. Les concentracions més baixes les trobem al grup de les fruites i les verdures amb unes concentracions mitjanes de 0,376 i 0,813 ng/kg respectivament.

Taula 88. Concentració de PCDE. Valors mitjana dels grups d'aliments.

	Carn i derivats	Peix i marisc	Verdures i hortalisses	Tubercles	Fruites	Ous	Llet	Derivats lactis	Pa i cereals	Llegums	Olis i greixos	Brioixeria
Tetra - CDE	0,245	62,46	0,411	0,125	0,063	0,250	0,420	0,246	1,13	0,188	1,60	0,347
Penta - CDE	0,169	194,9	0,081	0,125	0,063	0,250	0,041	0,246	0,131	0,108	1,26	0,347
Hexa - CDE	0,171	363,6	0,081	0,125	0,063	0,250	0,123	0,674	0,131	0,108	1,68	0,347
Hepta - CDE	0,376	290,3	0,081	0,125	0,063	0,250	0,041	0,246	0,131	0,108	1,26	0,347
Octa - CDE	0,539	183,4	0,161	0,250	0,126	0,505	0,080	0,498	0,264	0,215	2,53	0,683
Sum PCDE	**1,50**	**1.095**	**0,813**	**0,750**	**0,376**	**1,51**	**0,704**	**1,91**	**1,79**	**0,725**	**8,33**	**2,07**

En ng/kg de pes fresc

12.2 Contribució dels aliments a la ingesta

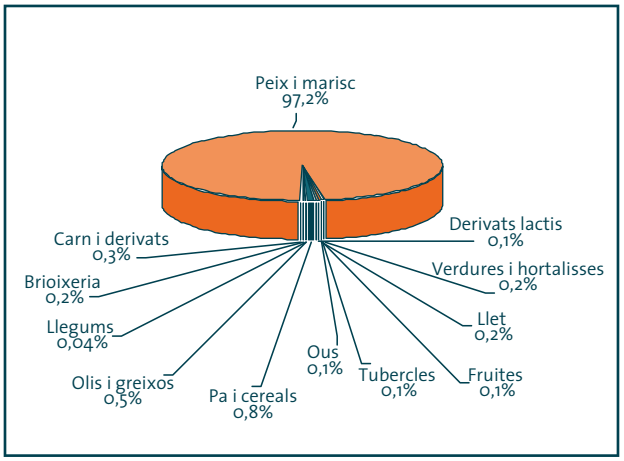
La ingesta diària estimada de PCDE per a un home adult s'estima en 51,68 ng/dia. El grup d'aliments que aporta la majoria de PCDE a la dieta és el del peix i el marisc. La tonyina, el lluç i la sardina són els aliments que més contribueixen a la ingesta de PCDE, amb 13,09 ng/dia, 7,26 ng/dia i 6,91 ng/dia de pes fresc respectivament.

A la taula 89 es mostra el resum de la ingesta diària de PCDE per a un home adult per grups d'aliments. Es pot observar la contribució del grup del peix i el marisc, seguit de lluny pel grup del pa i els cereals i els olis i els greixos. A la figura 33 es pot apreciar la distribució percentual de l'aportació a la ingesta diària de cada grup d'aliments. En aquesta darrera s'observa com la contribució del peix s'eleva al 97,2%.

Taula 89. Ingesta diària de PCDE en un home adult.

Aliments	Consum d'aliment ng/dia	Ingesta de PCDE ng/dia
Carn i derivats	171,9	0,176
Peix i marisc	67,53	50,24
Verdures i hortalisses	159,7	0,127
Tubercles	73,06	0,055
Fruites	193,6	0,077
Ous	31,29	0,047
Llet	128,4	0,110
Derivats lactis	75,62	0,064
Pa i cereals	224,3	0,431
Llegums	30,36	0,022
Olis i greixos	27,16	0,238
Brioixeria	45,45	0,092
Total aliments estudi	**987,9**	**40,62**
Total aliments considerat	**1.228**	**51,68**

Figura 33. Contribució dels grups d'aliments a la ingesta diària de PCDE.



12.3 Ingesta diària estimada per grups de població

La taula 90 mostra la ingesta estimada de PCDE per als diferents grups de població, segons edat i sexe. El grup de població amb més ingesta estimada de PCDE és el d'homes amb 51,68 ng/dia, mentre que el grup amb menys ingesta correspon al dels nens i les nenes amb 22,19 ng/dia.

Taula 90. Ingesta diària estimada de PCDE dels diferents grups de població.

Grup de població	Ingesta de PCDE
Homes	51,68
Dones	47,02
Nens i nenes	22,19
Nois adolescents	31,98
Noies adolescents	38,90
Homes més grans de 65 anys	50,17
Dones més grans de 65 anys	43,65

En ng/dia

12.4 Avaluació del risc

A la taula 91 es presenta la ingesta diària estimada per consum d'aliments de PCDE en els diferents grups de població, expressada en funció del pes corporal. Com és habitual, en fer aquest tipus de càlcul, els nens i les nenes presenten el valor més elevat.

Taula 91. Ingesta diària de PCDE relativa al pes corporal.

Grup de població	Ingesta de PCDE
Homes	0,74
Dones	0,85
Nens i nenes	0,92
Nois adolescents	0,57
Noies adolescents	0,73
Homes més grans de 65 anys	0,77
Dones més grans de 65 anys	0,73

En ng/kg/dia

A la taula 92 es presenten els resultats de l'avaluació probabilística de l'exposició a PCDE a través de la dieta.

Taula 92. Ingesta relativa de PCDE per grups de població. Distribució dels valors d'exposició i influència d'algunes incerteses.

Grup de població	Variabilitat						Incertesa c*Q					
	mitjana	SD	P50	P75	P90	P95	mitjana	SD	P50	P75	P90	P95
Homes	0,69	0,40	0,62	0,89	1,22	1,44	0,83	0,47	0,75	1,08	1,45	1,70
Dones	0,81	0,45	0,72	1,04	1,41	1,67	0,98	0,54	0,88	1,26	1,69	1,99
Nois adolescents	0,64	0,44	0,53	0,84	1,23	1,50	0,74	0,49	0,63	0,98	1,40	1,68
Noies adolescents	0,76	0,46	0,68	1,00	1,38	1,61	1,04	0,62	0,93	1,36	1,88	2,20
Homes > de 65 anys	0,71	0,39	0,63	0,90	1,22	1,44	0,90	0,48	0,81	1,15	1,53	1,81
Dones > de 65 anys	0,75	0,49	0,65	0,98	1,37	1,69	0,93	0,58	0,81	1,20	1,66	2,05
TOTAL	**0,75**	**0,45**	**0,66**	**0,96**	**1,34**	**1,60**	**0,90**	**0,53**	**0,80**	**1,15**	**1,57**	**1,89**

En ng/kg/dia

Es pot observar una coincidència considerable entre els valors de les mitjanes de l'estudi probabilístic i els càlculs deterministes. Lògicament, en tenir en compte la incertesa, aquests valors augmenten. El percentil 95 (alt) de la població realitza una ingesta entre 1,68-2,05 ng/kg/dia, segons el grup de població estudiat.

Per a aquests contaminants no es disposa encara de suficients dades toxicològiques que permetin establir uns límits o nivells de seguretat. No es pot realitzar, doncs, una avaluació del risc que suposa la ingesta de PCDE a través de la dieta ni per mètodes deterministes ni probabilístics.

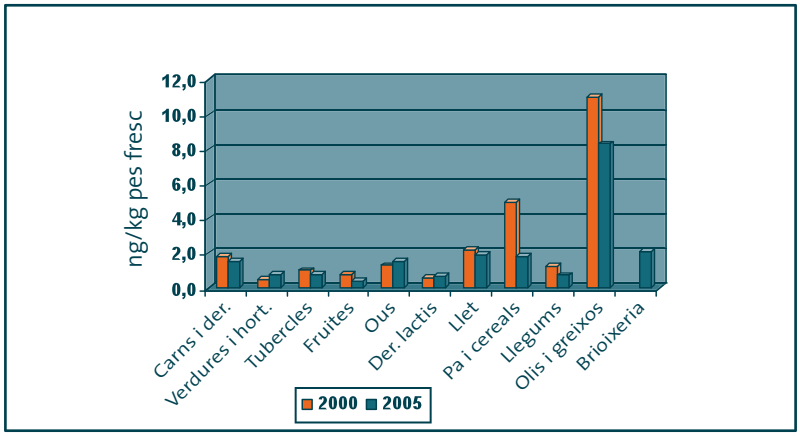
12.5 Evolució 2000-2005

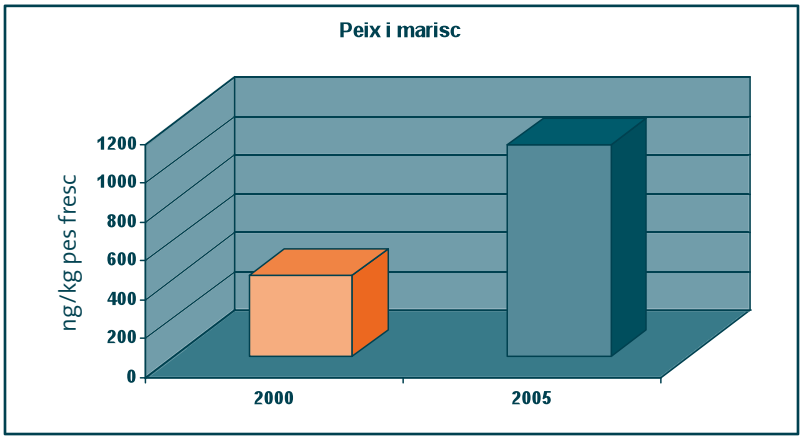
12.5.1 Concentració

A la figura 34 es mostra la comparació de les mitjanes de concentració de PCDE entre els dos estudis realitzats, separant però el grup del peix i el marisc ja que presenta una escala de valors molt diferent a la resta.

Quant a concentració, es pot observar un augment important en el cas del peix. També n'incrementen el contingut el grup de les verdures, els ous i la llet. D'altra banda, per a la resta d'aliments s'aprecien disminucions: carn i derivats, tubercles, fruites, derivats lactis, pa i cereals, llegums i olis i greixos.

Figura 34. Variació en la concentració mitjana de PCDE en aliments. Comparació 2000-2005.





12.5.2 Ingesta

La taula 93 mostra l'evolució de la ingesta de PCDE entre els dos estudis. Com es pot observar, hi ha un lleuger augment en la ingesta de PCDE actual. La ingesta total de PCDE estimada en l'estudi actual per a l'home adult és de 51,68 ng/dia, valor lleugerament superior a l'estimat l'any 2000, en què va ser de 41,04 ng/dia. Aquest increment del 26% es principalment degut a la contribució del peix i marisc. Malgrat que el consum de peix ha disminuit un 26 % entre la població, el nombre d'espècies incloses en l'estudi s'ha incrementat de 3 a 14.

Taula 93. Evolució de la ingesta de PCDE. 2000-2005.

Aliments	Consum d'aliment		Ingesta de PCDE	
	g/dia		ng/dia	
	2000	Encat 2003	2000	2005
Carn i derivats	185	171,9	0,336	0,176
Peix i marisc	92	67,53	38,43	50,24
Verdures i hortalisses	226	159,7	0,116	0,127
Tubercles	74	73,06	0,075	0,055
Fruites	239	193,6	0,189	0,077
Ous	34	31,29	0,044	0,047
Llet	217	128,4	0,127	0,110
Derivats lactis	106	75,62	0,230	0,064
Pa i cereals	206	224,3	1,01	0,431
Llegums	24	30,36	0,030	0,022
Olis i greixos	41	27,16	0,451	0,238
Brioixeria		45,45		0,092
Total aliments considerat	**1.444**	**1.228**	**41,04**	**51,68**

12.6 Altres estudis

No s'han realitzat altres estudis d'ingesta; per tant, no ha estat possible la comparació dels resultats.

13 Naftalens policlorats (PCN)

13.1 Resultats de les anàlisis d'aliments

Les anàlisis de les mostres d'aliments s'han realitzat per als diferents grups de congèneres que resulten segons el grau de cloració de la molècula base: tetraclorats, pentaclorats, hexaclorats, heptaclorats i octaclorats. D'aquesta manera, cadascun dels valors obtinguts representa el nivell de contaminació resultant del conjunt de tots els congèneres del mateix grup que es troben a la mostra i que s'expressen com a sumatori de tots ells: tetraCN, pentaCN, hexaCN, heptaCN i octaCN respectivament.

Les concentracions de PCN en els diferents grups d'aliments estudiats es presenten a la taula 94.

Taula 94. Concentració de PCN. Valors mitjana dels grups d'aliments.

	Carn i derivats	Peix i marisc	Verdures i hortalisses	Tubercles	Fruites	Ous	Llet	Derivats lactis	Pa i cereals	Llegums	Olis i greixos	Brioixeria
TetraCN	1,73	15,31	1,26	0,913	0,584	2,51	0,559	6,72	5,69	6,98	12,44	10,43
PentaCN	0,601	28,38	0,538	0,359	0,236	1,01	0,140	3,31	1,78	2,38	4,91	2,95
HexaCN	0,172	2,98	0,154	0,239	0,093	0,251	0,070	1,26	0,208	0,390	1,61	0,998
HeptaCN	0,151	0,307	0,264	0,465	0,196	0,251	0,035	0,220	0,186	0,353	1,24	0,614
OctaCN	0,151	0,129	0,080	0,216	0,081	0,251	0,035	0,220	0,136	0,104	1,24	0,313
Total PCN	**2,80**	**47,06**	**2,29**	**2,19**	**1,19**	**4,28**	**0,838**	**11,74**	**7,99**	**10,20**	**21,45**	**15,31**

En ng/kg de pes fresc

Quant al contingut total de PCN, el grup del peix i el marisc és el que presenta en general les concentracions més elevades. La concentració més alta es detecta en el salmó amb 226,9 ng/kg de pes fresc, seguit del verat amb 95,00 ng/kg. El moll, l'emperador i el llenguado presenten concentracions entre 50 i 70 ng/kg. Les concentracions més baixes es troben en el grup de les fruites i la llet, amb unes concentracions mitjanes d'1,19 i 0,838 ng/kg de pes fresc respectivament. Per a grups de congèneres, els tetraCN i els pentaCN són majoritaris.

13.2 Contribució dels aliments a la ingesta

La ingesta estimada de PCN a través del consum d'aliments és de 7,25 ng/dia. El pa, l'oli d'oliva i el salmó són els aliments que contribueixen més a la ingesta diària, amb 1,00 ng/dia, 0,49 ng/dia i 0,41 ng/dia respectivament.

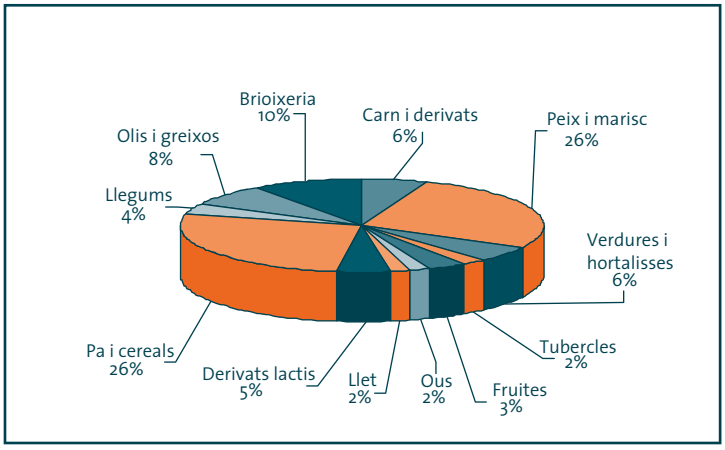
La taula 95 mostra el resum de la ingesta diària de PCN per a un home adult i per grups d'aliments. Es pot observar la contribució destacada del grup del peix i el marisc i el del pa i els cereals.

A la figura 35 es presenta el percentatge de contribució dels diferents tipus d'aliments a la ingesta diària de PCN.

Taula 95. Ingesta estimada de PCN per a un home adult. Resum per grup d'aliments.

Aliments	Consum d'aliment	Ingesta de PCN
	g/dia	ng/dia
Carn i derivats	171,9	0,424
Peix i marisc	67,53	1,95
Verdures i hortalisses	159,7	0,399
Tubercles	73,06	0,160
Fruites	193,6	0,249
Ous	31,29	0,134
Llet	128,4	0,124
Derivats lactis	75,62	0,346
Pa i cereals	224,3	1,92
Llegums	30,36	0,286
Olis i greixos	27,16	0,558
Brioixeria	45,45	0,695
Total aliments estudi	**987,9**	**5,81**
Total aliments considerat	**1.228**	**7,25**

Figura 35. Contribució dels grups d'aliments a la ingesta diària de PCN.



13.3 Ingesta diària estimada per grups de població

La taula 96 mostra la ingesta estimada de PCN per als diferents grups de població, segons edat i sexe.

Taula 96. Ingesta diària estimada de PCN dels diferents grups de població.

Grup de població	Ingesta PCN
Homes	7,25
Dones	6,58
Nens i nenes	6,25
Nois adolescents	7,91
Noies adolescents	5,98
Homes més grans de 65 anys	6,54
Dones més grans de 65 anys	5,56

En ng/dia

Els nois adolescents són el grup de població amb una ingesta diària estimada més elevada amb 7,91 ng/dia, seguits de prop dels homes adults. El valor d'ingesta més baix correspon al grup de les dones més grans de 65 anys, amb 5,56 ng/dia. Aquesta marcada diferència, observable en altres grups en menys intensitat, ve donada principalment per un consum més elevat de carn i derivats, pa i cereals i brioixeria en els nens i les nenes i els adolescents vers les persones grans.

13.4 Avaluació del risc

La taula 97 presenta la ingesta diària estimada de PCN per consum d'aliments, relativa al pes corporal, per als diferents grups de població estudiats, segons edat i sexe. Com en casos anteriors, en expressar la ingesta en funció del pes corporal, el valor corresponent als nens i les nenes és força més gran que la resta.

L'absència de nivells de seguretat establerts no permet, ara per ara, fer una avaluació del risc que pot suposar la ingesta d'aquests contaminants.

Taula 97. Ingesta de PCN relativa al pes corporal.

Grup de població	Ingesta PCN
Homes	0,104
Dones	0,120
Nens i nenes	0,260
Nois adolescents	0,141
Noies adolescents	0,113
Homes més grans de 65 anys	0,101
Dones més grans de 65 anys	0,093

En ng/kg/dia

A la taula 98 es presenten els resultats de l'avaluació probabilística de l'exposició a PCN a través de la dieta.

Taula 98. Ingesta relativa de PCN per grups de població. Distribució dels valors d'exposició i influència d'algunes incerteses.

Grup de població	Variabilitat						IIncertesa c*Q					
	mitjana	SD	P50	P75	P90	P95	mitjana	SD	P50	P75	P90	P95
Homes	0,102	0,029	0,098	0,118	0,139	0,155	0,119	0,034	0,115	0,138	0,163	0,182
Dones	0,119	0,036	0,113	0,138	0,165	0,185	0,141	0,044	0,134	0,165	0,199	0,222
Nois adolescents	0,149	0,057	0,139	0,178	0,221	0,252	0,177	0,068	0,165	0,212	0,264	0,301
Noies adolescents	0,127	0,037	0,122	0,148	0,175	0,194	0,150	0,044	0,144	0,175	0,207	0,230
Homes >de 65 anys	0,094	0,026	0,091	0,109	0,129	0,141	0,110	0,030	0,106	0,128	0,151	0,166
Dones >de 65 anys	0,099	0,034	0,094	0,117	0,142	0,162	0,114	0,039	0,108	0,134	0,164	0,186
TOTAL	**0,115**	**0,037**	**0,109**	**0,135**	**0,164**	**0,185**	**0,135**	**0,044**	**0,128**	**0,159**	**0,193**	**0,218**

En ng/kg/dia

Es pot observar una coincidència considerable entre els valors de les mitjanes de l'estudi probabilístic i els càlculs deterministes. Lògicament, en tenir en compte la incertesa, aquests valors augmenten.

Per a aquests contaminants no es disposa encara de suficients dades toxicològiques que permetin establir uns límits o nivells de seguretat. No es pot realitzar, doncs, una avaluació del risc que suposa la ingesta de

PCN a través de la dieta ni per mètodes deterministes ni probabilístics. El percentil 95 (alt) de la població realitza una ingesta entre 0,186-0,301 ng/kg/dia, segons el grup de població considerat.

13.5 Evolució 2000-2005

13.5.1 Concentració

La concentració mitjana de PCN en els aliments estudiats en els dos estudis es mostra a les figures 36 i 37.

En general, les concentracions han experimentat una disminució important en alguns grups molt aportadors a la dieta. Han disminuït la concentració: carn i derivats, verdures, tubercles, ous, derivats lactis, pa i cereals i amb especial importància olis i greixos. Augmenten els valors corresponents a: peix i marisc, fruites, llet i llegums.

Figura 36. Variació de la concentració mitjana de PCN en aliments. Comparació 2000-2005.

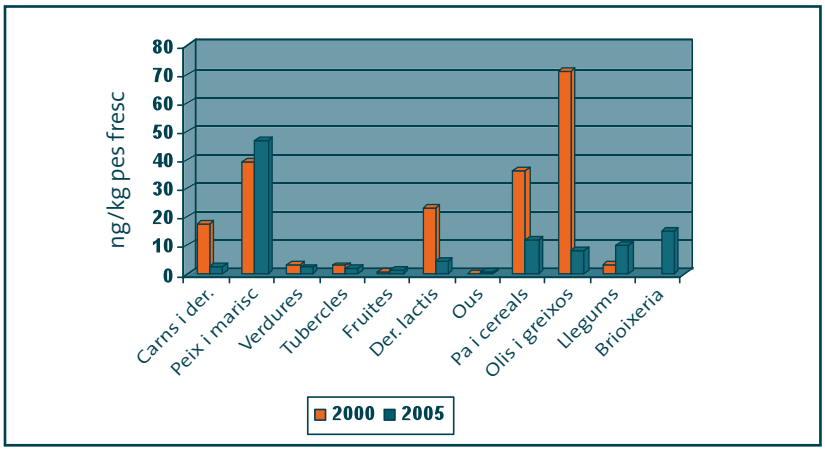
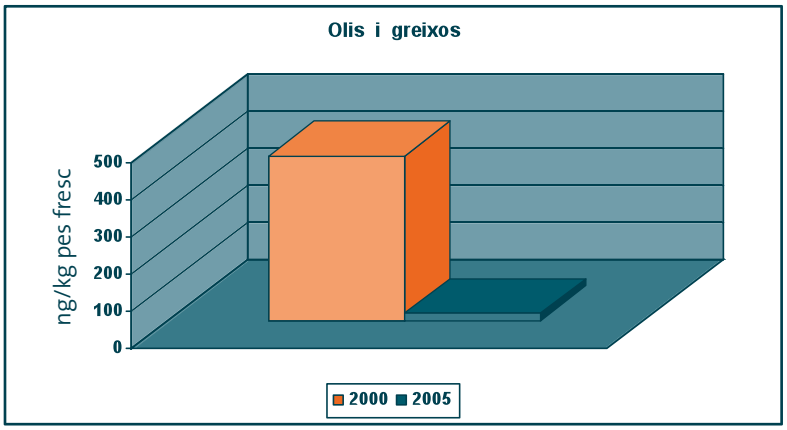


Figura 37. Variació de la concentració mitjana de PCN en olis i greixos. Comparació 2000-2005.



13.5.2 Ingesta

La ingesta total estimada pel 2005 per a un home adult és de 7,25 ng/dia, mentre que en l'estudi de l'any 2000 es va obtenir un valor molt superior, de 45,78 ng/dia , com es pot observar a la taula 99. Aquest marcat descens observat, del 84% respecte als valors obtinguts previament es majoritàriament atribuïble als descens de concentració observat en els cereals i en el grup dels olis i greixos.

En valorar aquest canvi cal ponderar també el descens important en la ingesta de peix i marisc de la població a Catalunya, que ha passat de 92 g/dia l'any 2000 a 68 g/dia el 2005.

Taula 99. Evolució de la ingesta de PCN. 2000 i 2005.

Aliments	Consum d'aliment g/dia		Ingesta de PCN ng/dia	
	2000	Encat 2003	2000	2005
Carn i derivats	185	171,9	3,25	0,424
Peix i marisc	92	67,53	3,63	1,95
Verdures i hortalisses	226	159,7	0,76	0,399
Tubercles	74	73,06	0,21	0,160
Fruites	239	193,6	0,17	0,249
Ous	34	31,29	0,80	0,134
Llet	217	128,4	0,08	0,124
Derivats lactis	106	75,62	3,82	0,346
Pa i cereals	206	224,3	14,64	1,92
Llegums	24	30,36	0,08	0,286
Olis i greixos	41	27,16	18,33	0,558
Brioixeria		45,45		0,695
Total aliments considerat	**1.444**	**1.228**	**45,78**	**7,25**

13.6 Altres estudis

No hi ha estudis de dieta total que prevegin la ingesta de PCN. La bibliografia existent recull solament concentracions de PCN en peix que no donen una idea de la ingesta diària global.

14 Resum i conclusions

14.1 Concentració en aliments i contribucio a la ingesta

- Arsènic:.Només s'han detectat quantitats significatives en el grup de peix i marisc i en les mostres d'arròs. La ingesta diària d'arsènic total s'estima en 263,8 µg/dia, i la d'arsènic inorgànic en 16,25 µg/dia dels que el 35% prové de la ingesta de peix i un 42% dels cereals. Aquests dos grups d'aliments han estat també identificats per l'EFSA entre els principals contribuents a la exposició dietètica en la població europea.

- Cadmi: Els nivells més elevats es detecten el els llegums i el peix. La ingesta diària de cadmi s'estima en 17,19 µg/dia. Les aportacions més significatives son degudes al grup del pa i cereals (25%), els llegums (18%) i la carn (17%).

- Mercuri: Només es troben valors considerables en el grup de peix i marisc i els llegums. La ingesta dietètica estimada de mercuri total es de 18,58 µg/dia. La ingesta de metil mercuri es de 11,35 µg/dia deguda pràcticament en exclusiva al consum de peix.

- Plom: el grup dels olis i greixos i el del peix i marisc es on es detecten concentracions més elevades. La ingesta dietètica de plom es de 20,63 µg/dia essent la carn i derivats, i el pa i cereals els principals grups aportadors a la dieta.

- Dioxines i furans: Els valors mitjana més elevats s'han trobat en les mostres d'olis i greixos i en el peix i marisc. La ingesta diària estimada es de 25,65 pg OMS-TEQ/dia. La contribució més important a la ingesta correspon al peix i marisc, seguit del grup del pa i cereals.

- Bifenils policlorats: Els grups d'aliments amb concentracions mitjanes més elevades són el del peix i marisc i el d'olis i greixos. En termes de TEQ, els principals congèneres detectats són el 126 i el 169, amb clar predomini del primer. Entre els dos sumen més d'un 90% del contingut en tots els grups d'aliments. La contribució principal a la ingesta diària de PCB es deguda al peix i marisc (74%), seguit dels olis i greixos (4,7%) i de la carn i derivats (4,3%).

- Dioxines i Bifenils policlorats similars a les dioxines: globalment també el peix i marisc i els olis i greixos són els aliments que presenten concentracions conjuntes més elevades. La contribució majoritària a la ingesta diària global correspon al peix i marisc (58%), seguit del pa i cereals (11%), olis i greixos (6,4%) i carn i derivats (6,2%).

- Bifenils policlorats no similars a dioxines: El grup de peix i marisc es el que presenta les concentracions més elevades. Quant a la contribució a la ingesta diària, el principal grup aportador segueix essent el peix i marisc (89,9%), seguit en aquest cas pel pa i cereals (2,6%). S'observa que la proporció entre PCB DL i PCB NDL és majoritària en tots els aliments per als PCB NDL

- Hidrocarburs aromàtics policíclics: Les concentracions més elevades dels setze compostos analitzats s'han detectat en la carn i derivats, seguit del grup dels olis i greixos i el pa i cereals. Pel que fa al còmput d'HAP8 carcinogènics, les concentracions més elevades s'han trobat en el grup d'olis i greixos, seguit de la carn i derivats i el peix i marisc.

Comparant la proporció de HAP carcinogènics i no carcinogènics, s'observa que la gran majoria dels HAPs presents son no carcinogènics. La ingesta diària estimada de HAP total és de 12,04 µg/dia, essent el grup del pa i cereals el principal aportador (45,4%) seguit de la carn i derivats (27,3%) i els olis i greixos (7%). La ingesta diària estimada del HAP8 carcinogènics és de 0,94 µg/dia, essent el grup de la carn i derivats el principal aportador (32,6%) seguit del pa i cereals (16,6%) i olis i greixos (11,4%).

- Hexaclorbenzè: Els nivells més elevats s'han trobat en el grup del peix i marisc, en el grup dels olis i greixos, i en el de derivats lactis, on destaca, com en l'estudi anterior, el formatge. La ingesta diària estimada per un home adult és de 71,62 ng/dia. El grup d'aliments que contribueix majoritàriament a la ingesta és el peix i marisc (20,5%), seguit de la carn i derivats (17,9%) i el pa i cereals (14,2%).

- Éters difenílics polibromats: Les concentracions més elevades de PBDE es detecten en el grup del peix i marisc i en el d'olis i greixos. La ingesta diària s'estima en 75,45 ng/dia, essent el grup del peix i marisc el principal aportador a la dieta (35%), seguit del pa i cereals (12%) i la carn i derivats (9%).

- Éters difenílics policlorats: Els nivells més elevats s'han trobat en el grup del peix i marisc. Les menors concentracions les trobem al grup de les fruites i verdures. La ingesta diària estimada per a un home adult és de 51,68 ng/dia. El grup d'aliments que contribueix de forma majoritària a la dieta és el del peix i marisc (97,2%).

- Naftalens policlorats: Quant a la concentració global de tots els congèneres analitzats, el grup del peix i marisc és el que presenta les concentracions més elevades, seguit dels olis i greixos. Els congèneres tetra i penta clorats són majoritaris en tots els grups d'aliments estudiats. La ingesta dietètica estimada per a un home adult és de 7,25 ng/dia. Els principals grups d'aliments que contribueixen a aquesta ingesta son el pa i cereals (26%), el peix i marisc (26%), brioixeria (10%) i olis i greixos (8%).

A la taula 100 es presenta una gradació qualitativa de l'aportació a la ingesta de contaminants de cada grup d'aliments d'acord amb les dades obtingudes en l'estudi. En xifres s'indica la importància de cada grup en la ingesta d'un contaminant. Així, el nombre 1 indica major aportació.

Per a la majoria de contaminants es constata un predomini del peix i marisc. Constitueixen excepcions el Cadmi, per el que el principal grup contribuent és el del pa i derivats, i el plom i els HAP en els que la carn i derivats són els aliments més aportadors.

Taula 100. Contribució dels aliments a la ingesta diària de contaminants.

	As inorgànic	Cd	Hg total	Pb	TEQ PCDD/F	PCB DL	PCB NDL	TEQ PCDD/F +PCB DL	HAP8 carc.	B(a)p	HCB	PBDE	PCDE	PCN
Carn i derivats	-	3	-	1	2	2	2	2	1++	1++	2	3	2	3
Peix i marisc	1+++	3	1++	2	1	1+++	1+++	1+++	3	4	1	1+++	1+++	1+
Verdures i hortalisses	-	4	-	2	3	4	3	4	5	3	6	4	3	3
Tubercles	-	2	-	3	4	4	4	4	6	5	6	4	3	4
Fruites	-	-	-	2	4	4	4	4	5	5	6	4	3	3
Ous	-	-	-	5	4	4	3	5	5	6	5	4	3	4
Llet	-	4	-	2	3	3	3	3	3	4	4	5	3	4
Derivats lactis	-	-	-	3	2	3	2	3	5	2	4	4	3	3
Pa i cereals	2	1	-	2	1	2	2	2	2	6	3	2	2	1+
Llegums	-	2	-	4	4	4	4	5	6	4	6	5	3	3
Olis i greixos	-	-	-	4	2	2	2	2	2	4	5	2	2	2
Brioixeria	-	-	-	5	4	3	3	4	4	4	5	4	3	2

1: grup d'aliments més contribuents

-: contribució no significativa

+++: gran diferència amb el següent

14.2 Avaluació de l'exposició

14.2.1 Comparació amb els nivells de seguretat establerts

L'avaluació de la seguretat de l'exposició dietètica als contaminats estudiats es realitza mitjançant la comparació amb els valors de seguretat toxicològica establerts.

A la taula 101 es presenta la proporció que representa la ingesta estimada respecte al valor de seguretat.

Com es pot observar, l'exposició dietètica es troba en tots els casos per sota del nivell de seguretat. La ingesta de metilmercuri es situa en el 71% del nivell de seguretat. El nens i nenes superen aquest nivell, i les dones pràcticament l'assoleixen. També la ingesta de cadmi representa un percentatge elevat del nivell de seguretat, el 68%, d'acord amb els nous valors de referència recentment establerts per l'EFSA.

Taula 101. Ingesta estimada i percentatge respecte al valor de referència.

CONTAMINANT	INGESTA	NIVELLS DE REFERÈNCIA	% NIVELL REFERÈNCIA
Arsènic inorgànic (As)	1,48 µg/kg/setmana	JECFA: 15 µg/kg/setmana	11
	0,23 µg/kg/dia	EFSA: $BMDL_{01}$: 0,3 - 8,0 µg/kg/dia	76,6
Cadmi (Cd)	1,72 µg/kg/setmana	2,5 µg/kg/ setmana	68,8
Mercuri total (Hg)	1,86 µg/kg/ setmana	5 µg/kg/ setmana	37,2
Metilmercuri (CH_3Hg)	1,14 µg/kg/ setmana	1,6 µg/kg/ setmana	71,3
Plom (Pb)	2,6 µg/kg/ setmana	25 µg/kg/ setmana	10,4
Dioxines i bifenils policlorats	1,12 pg OMS - TEQ/kg/dia	1 - 4 pg OMS - TEQ/kg/dia	27,9
(PCDD/F i PCB DL)	7,84 pg OMS - TEQ/kg/sem.	14 pg OMS - TEQ/kg/sem.	56,0
	33,7 pg OMS - TEQ/kg/mes	70 pg OMS - TEQ/kg/mes	48,1
Hexaclorobenzè (HCB)	0,00102 µg/kg/dia	0,16 µg/kg/dia	0,64

14.2.2 Avaluació probabilistica

L'anàlisi resultant de valorar la variabilitat i les incerteses associades a les dades utilitzades per el càlcul de la exposició als contaminants, com per exemple les de consum d'aliment i de concentració de contaminant, es presenta a la taula 102. Les consideracions més importants que es desprenen d'aquest anàlisi són les següents:

Per a l'arsènic inorgànic l'aproximació probabilística ens indica que, considerant variabilitat, el percentil 90 de la població es troba per sota del nou marge de seguretat establert per l'EFSA. Aquest percentil es situa en el 75% per els adolescents. Si tenim en compte a més la incertesa, el percentil disminueix al 75% per als adults i al 50% en els adolescents.

Per al cadmi el percentil 90 de la població adulta es troba per sota del valor de seguretat recentment establert per l'EFSA, valor que es troba en el percentil 75% per als adolescents.

Quant a l'exposició a mercuri total, el percentil 95 de tots els grups de població estudiats no superen el valor de seguretat tenint en compte variabilitat i incertesa.

Per al plom, el percentil 95 de tots els grups de la població es molt inferior al valor de seguretat tenint en compte tant variabilitat com incertesa.

L'avaluació probabilística de l'exposició a dioxines/furans i PCB DL ens mostra diferents percentils i grups de població en funció de l'índex de referència utilitzat per a la comparació. Així en el pitjor escenari, ingesta conjunta de dioxines furans i PCB DL, el percentil 95 de la població adulta es troba per sota del marge mensual de seguretat tenint en compte la variabilitat i la incertesa. Aquest percentil disminueix al 90% per als nois/noies adolescents.

L'avaluació probabilística de l'exposició a HAP, HCB i PBDE es indica uns amplíssims marges de seguretat respecte als valors de seguretat establerts.

Taula 102. Resum de l'avaluació probabilística de l'exposició.

	Coincidència mitjanes*	% Població i nivells de seguretat	
		Variabilitat	Incertesa
As inorg.	Si	• 10% població, 5% homes grans, 10% homes, dones i dones grans i 25% dels adolescents > 0,3 µg/kg/dia EFSA 09	• 25% població, 10% homes grans, 25% homes, dones i dones grans i 50% adolescents > 0,3 µg/kg/dia EFSA 09
Cd	Si	• 10% població, 5% dones i dones grans i 25% adolescents > 2,5 µg/kg/set, EFSA 09	• 10% població, 5% homes grans, 10% homes, dones i dones grans, 25% noies adolescents i 50% nois adolescents > 2,5 µg/kg/set EFSA 09
Hg total	Si	• 100% < 5 µg/kg/set, JECFA	• 100% < 5 µg/kg/set, JECFA
Pb	Si, > probabilístics en general	• 100% < 25 µg/kg/set, JECFA	• 100% < 25 µg/kg/set, JECFA
PCDD/F	Si	• 100% < 1 - 4 pg OMS - TEQ/kg/dia, OMS • 100% < 14 pg OMS - TEQ/kg/set, OMS • 100% < 70 pg OMS - TEQ/kg/mes, JECFA	• 10% nois adolescents = 1 - 4 pg OMS - TEQ/kg/dia, OMS • 100% < 14 pg OMS - TEQ/kg/set, OMS • 100% < 70 pg OMS - TEQ/kg/mes, JECFA
PCB DL	Si, > probabilistics per els adolescents	• 10% població, 25% adolescents i dones = 1-4 - pg OMS - TEQ/kg/dia, OMS • 100% < 14 pg OMS - TEQ/kg/set, OMS • 100% < 70 pg OMS - TEQ/kg/mes, JECFA	• 25% població, 50% noies adolescents i dones = 1 - 4 pg OMS - TEQ/kg/dia, OMS • 5% adolescents i dones > 14 pg OMS - TEQ/kg/set, OMS • 100% < 70 pg OMS - TEQ/kg/mes, JECFA
PCDD/F + PCB DL	Si	• 100% població = 1 - 4 pg OMS - TEQ/kg/dia, OMS • 5% dones i dones grans, i 10% adolescents > 14 pg OMS - TEQ/kg/set, OMS • 5% noies adolescents i 10% nois adolescents > 70 pg OMS - TEQ/kg/mes, JECFA	• 100% població = 1 - 4 pg OMS - TEQ/kg/dia, OMS • 5% homes grans, 10% homes, dones i dones grans, 25% adolescents > 14 pg OMS - TEQ/kg/set, OMS • 5% dones grans i 10% adolescents i dones > 70 pg OMS - TEQ/kg/mes, JECFA
HAP total	Si	• 100% < nivells de seguretat	• 100% < nivells de seguretat
HCB	Si, > probabilistics per els adolescents	• 100% < 0,8 µg/kg/dia EPA • 100% < 0,6 µg/kg/dia JEFCA • 100% < 0,17 µg/kg/OMS	• 100% < 0,8 µg/kg/dia EPA • 100% < 0,6 µg/kg/dia JEFCA • 100% < 0,17 µg/kg/OMS
PBDE	Si	• 100% < 1 mg/kg/dia LOAEL	• 100% < 1 mg/kg/dia LOAEL

*variabilitat

14.3 Evolució 2000-2005

L'evolució de la concentració de contaminants en els aliments, presenta un comportament irregular en els diferents grups d'aliments per els metalls,el B(a)p, HCB i PBDE. Presenten tendència a augmentar els HAP totals i PCDE, i tendència a la disminució PCDD/F + PCB DL, PCB total, HAP8 (cancerígens) i PCN.

Els únics grups que contribueixen amb quantitats destacables a la ingesta d'arsènic inorgànic son el peix i el marisc i els cereals. Ambdós grups van ser també els principals aportadors a la ingesta total d'arsènic el 2000. Malgrat que la concentració d'arsènic total ha augmentat degut a la inclusió en l'estudi d'un nombre major d'espècies de peix, la ingesta d'arsènic inorgànic ha disminuït considerablement.

La ingesta de cadmi es manté del mateix ordre. El principal aliment aportador són les llegums, seguides dels tubercles i dels cereals.

La ingesta de mercuri total no presenta canvis notables entre els dos estudis a pesar del significatiu augment de la concentració mitja trobada en el grup de peix i marisc i les davallades en grups menys importants com la carn. Cal destacar en aquest cas, al ser el peix el màxim aportador a la dieta, la importància del canvi dels hàbits dietètics considerats en els respectius estudis.

Pel que fa a la ingesta de metil mercuri, considerant que aquesta prové exclusivament del peix, es contempla un augment del 41% respecte al valor considerat per l'estudi de 2000, dada que es correlaciona amb l'increment de concentració observat.

Els resultats del present estudi mostren una lleugera davallada en la ingesta de plom. Probablement l'efecte observat es deu a la resultant de diverses variacions, en ambdós sentits, de les concentracions detectades i el canvi d'hàbits de la població.

La estimació de la ingesta de dioxines i furans i PCB DL indica una notable reducció respecte a l'estimada l'any 2000 (68% per a un home adult). Si bé la disminució de la ingesta s'observa en tots els grups d'aliments estudiats, la disminució més important és deguda la reducció en la contribució del peix i marisc i dels productes lactis seguit dels cereals, carn i derivats i olis i greixos. Aquesta important davallada es atribuïble tant a la disminució de la concentració d'aquests compostos en els aliments consumits com als canvis d'hàbits de consum de la població.

S'observa un increment en la ingesta d'HAP. Això no obstant el risc carcinogènic associat es similar al de l'estudi previ.

La ingesta estimada de HCB ha disminuït de forma considerable. Aquesta disminució es deguda principalment a la reducció en la contribució dels productes lactis (formatges) així com de la carn i productes canics i del peix.

La ingesta estimada de PCN ha disminuït considerablement entre els valors detectats l'any 2000 i el darrers valors observats. Aquesta considerable reducció és deguda principalment a la gran disminució en la concentració observada en dos grups d'aliments, els olis i greixos i els cereals.

La ingesta de PCDE ha sofert un lleuger augment degut a la contribució del peix i marisc.

La ingesta de PBDE ha sofert una disminució respecte a la ingesta estimada l'any 2000, i que és deguda principalment a la disminució en la contribució dels olis i greixos i la carn i derivats.

A la taula 103 es mostren els valors de la ingesta estimada en ambdós estudis juntament amb el percentatge assolit respecte als nivells de seguretat establerts.

Taula 103. Ingesta diària. Evolució 2000-2005.

	Ingesta diària 2000	% sobre nivell seguretat	Ingesta diària 2005	% sobre nivell seguretat
As inorgànic	42,42 µg/dia	28,3	16,25 µg/dia	11 (JEFCA)
Cd	15,74 µg/dia	61,6	17,19 µg/dia	68,8
Hg total	21,21 µg/dia	42,4	18,08 µg/dia	37,2
Me Hg	8,03 µg/dia	50,1	11,35 µg/dia	71,3
Pb	27,52 µg/dia	11,0	20,63 µg/dia	10,4
HAP total	8,42 µg/dia		12,04 µg/dia	
HAP 8	1,79 µg/dia		0,94 µg/dia	
B(a)p	0,13 µg/dia		0,089 µg/dia	
HCB	166,2 µg/dia	1,48	71,62 µg/dia	0,64
PCDD/F	95,41 pg OMS-TEQ/dia	34,4	25,67 pg OMS - TEQ/día	9,16
PCB DL		53,6	52,40 pg OMS - TEQ/día	18,7
PCDD/F+PCB DL	246,5 pg OMSTEQ/dia	88	78,07 pg OMS - TEQ/día	27,9
PCB NDL	1246 ng/dia		707,2 ng/dia	
PBDE	97,30 ng/dia		75,45 ng/dia	
PCDE	41,04 ng/dia		51,68 ng/dia	
PCN	45,78 ng/dia		7,25 ng/dia	

14.4 Conclusions

Els resultats ens han permès estimar l'exposició dietètica als contaminats químics ambientals de la població de Catalunya. Mitjançant la comparació amb l'estudi previ de Dieta Total (2000), s'han pogut observar les tendències en l'exposició a aquests contaminants en el consumidor català que segueix una dieta tipus, i s'identifiquen els principals grups d'aliments que contribueixen a aquesta exposició.

Les principals conclusions d'aquest estudi son:

- Les concentracions dels contaminants en els grups d'aliments estudiats no presenten una tendència uniforme en el temps.

- L'exposició de la població a aquests elements indica variacions degudes tant a canvis en les concentracions detectades com a canvis en els hàbits alimentaris.

- S'observa un marcat descens en l'exposició dietètica a dioxines i PCB DL o dioxin like en la població de Catalunya.

- L'avaluació dels resultats en general no identifica un motiu de preocupació per la salut dels consumidors catalans. Això sí, s'identifica, com en estudis previs, dos grups de risc respecte a la ingesta de metil mercuri, les dones embarassades i els nens/nenes, grups per els que cal mantenir les recomanacions dietètiques respecte al consum de grans peixos predadors.

15 Bibliografia

- Ashizuka Y, Nakagawa R, Murata S, Yasutake D, Hori T, Horie M, Nishioka C, Takahashi T, Tamura I, Sasaki K (2007) Daily intake of brominated dioxins and polybrominated diphenyl ethers estimated by market basket study. Organohalogen Compounds 69: 2769–2772

- ATSDR Agency for Toxic Substances and Disease Registry (2002) Toxicological profile for hexachlorobenzene. U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service. http://www.atsdr.cdc.gov/tfacts90.html. (Accessed 3 April 2008)

- ATSDR. Agency for Toxic Substances and Disease Registry (2008) Polychlorinated biphenyls. http://www.atsdr.cdc.gov/substances/PCBs/index.html

- Aung, N N; Yoshinaga, J; Takahashi, J-I (2006) Dietary intake of toxic and essential trace elements by the children and parents living in Tokyo Metropolitan Area, Japan. Food additives and contaminants 23:883-94

- Baars AJ, Bakker MI, Baumann RA, Boon PE, Freijer JI, Hoogenboom LAP, Hoogerbrugge R, Van Klaveren JD, Liem AKD, Traag WA, De Vries J (2004) Dioxins, dioxin-like PCBs and non-dioxin-like PCBs in foodstuffs: Occurrence and dietary intake in the Netherlands. Toxicology Letters 151: 51-61

- Bakker, M.I., Baars, A.J., Baumann, R.A., Boon P.E. and Hoogerbrugge, R. (2003). Indicator PCBs in foodstuffs: occurrence and dietary intake in The Nederlands at the end of the 20th century. RIVM report 639102025/2003. RIKILT report 2003.014
http://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/639102025.pdf

- Bilau M, Matthys C, Baeyens W, Bruckers L, Backer GD, Hond ED, Keune H, Koppen G, Nelen V, Schoeters G, Van Larebeke N, Willems JL, De Henauw S (2008) Dietary exposure to dioxin-like compounds in three age groups: Results from the Flemish environment and health study. Chemosphere 70: 584-592

- Bocio A, Llobet JM, Domingo JL, Corbella J, Teixido A, Casas C (2003) Polybrominated Diphenyl Ethers (PBDEs) in Foodstuffs: Human Exposure through the Diet. Journal of Agricultural and Food Chemistry 51: 3191-3195

- Bocio A, Llobet JM, Domingo JL (2004) Human Exposure to Polychlorinated Diphenyl Ethers through the Diet in Catalonia, Spain. Journal of Agricultural and Food Chemistry 52: 1769-1772

- Bocio A, Nadal M, Domingo JL (2005) Human exposure to metals through the diet in Tarragona, Spain: Temporal trend. Biological Trace Element Research 104: 193-201

- Bocio A, Domingo JL (2005) Daily intake of polychlorinated dibenzo-p-dioxins/polychlorinated dibenzofurans (PCDD/PCDFs) in foodstuffs consumed in Tarragona, Spain: a review of recent studies (2001-2003) on human PCDD/PCDF exposure through the diet. Environmental Research 97: 1-9

- Bocio A, Domingo JL, Falcó G, Llobet JM (2007) Concentrations of PCDD/PCDFs and PCBs in fish and seafood from the Catalan (Spain) market: Estimated human intake. Environment International 33: 170-175

- Bordajandi LR; Gomez G; Abad E; Rivera J; del Mar Fernandez-Baston M; Blasco, J; Gonzalez MJ (2004) Survey of Persistent Organochlorine Contaminants (PCBs, PCDD/Fs, and PAHs), Heavy Metals (Cu, Cd, Zn, Pb, and Hg), and Arsenic in Food Samples From Huelva (Spain): Levels and Health Implications. Journal of Agricultural and Food Chemistry 52: 992-1001

- Brussaard JH VDW, Van der Paauw CG, De Vos RH, De Kort WL, Löwik MR (1996) Dietary intake of food contaminants in The Netherlands (Dutch Nutrition Surveillance System). Food Additives & Contaminants 13: 561-573

- Burton MA, Bennett BG (1987) Exposure of man to environmental hexachlorobenzene (HCB) an exposure commitment assessment. Science of the Total Environment 66: 137-146

- 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 ls macronutrientes al aporte energético (1983-1999), según edad y sexo. Medicina Clínica Barc 2003, 121:126-131

- Chang LW (1996) Toxicology of Metals. CRC Lewis Publishers: Boca Raton, FL

- Charnley G, Doull J (2005) Human exposure to dioxins from food, 1999-2002. Food and Chemical Toxicology 43: 671-679

- Contaminants químics, estudi de dieta total a Catalunya ACSA (Agència Catalana de Seguretat Alimentària) (2004)

- Contaminants químics en peix i marisc consumit a Catalunya ACSA (Agència Catalana de Seguretat Alimentària) (2004)

- Culp SJ, Gaylor DW, Sheldon WG, Goldstein LS, Beland FA (1998). A comparison of the tumours induced by coal tar and benzo[a]pyrene in a 2-year bioassay.Carcinogenesis, 19, 117-124

- Darnerud PO, Eriksen GS, Jóhannesson T, Larsen PB, Viluksela M (2001) Polybrominated diphenyl ethers: Occurence, dietary exposure, and toxicology. Environmental Health Perspectives 109: 49-68

- Darnerud PO (2003) Toxic effects of brominated flame retardants in man and in wildlife. Environment International 29: 841-853

- Darnerud PO, Atuma S, Aune M, Bjerselius R, Glynn A, Grawe KP, Becker W (2006) Dietary intake estimations of organohalogen contaminants (dioxins, PCB, PBDE and chlorinated pesticides, e.g. DDT) based on Swedish market basket data. Food and Chemical Toxicology 44: 1597-1606

- de Vos RH, van Dokkum W, Schouten A, de Jong-Berkhout P (1990) Polycyclic aromatic hydrocarbons in Dutch total diet samples (1984-1986). Food and Chemical Toxicology 28: 263-268

- Del Razo, LM; Garcia-Vargas, GG; Garcia-Salcedo, J; Sanmiguel, MF; Rivera, M; Hernandez, MC; Cebrian, ME (2002) Arsenic levels in cooked food and assessment of adult dietary intake of arsenic in the Region Lagunera, Mexico. Food and Chemical Toxicology. 40:1423-1431

- Dennis MJ, Massey RC, McWeeny DJ (1983) Analysis of polycyclic aromatic hydrocarbons in UK total diets. Food and Chemical Toxicology 21: 569-574
- Diario Oficial de la Unión Europea. Reglamento (CE) Nº 466/2001. Contenido máximo de determinados contaminantes en los productos alimenticios
- Diario Oficial de la Unión Europea. Reglamento (CE) Nº 1881/2006. Contenido máximo de determinados contaminantes en los productos alimenticios
- Domingo JL, Schuhmacher M, Granero S, Llobet JM (1999) PCDDs and PCDFs in food samples from Catalonia, Spain. An assessment of dietary intake. Chemosphere 38: 3517-3528
- Domingo JL, Falcó G, Llobet JM, Casas C, Teixido A, Müller L (2003) Polychlorinated naphthalenes in foods: Estimated dietary intake by the population of Catalonia, Spain. Environmental Science and Technology 37: 2332-2335
- Domingo JL (2004) Human exposure to polybrominated diphenyl ethers through the diet. Journal of Chromatography A 1054: 321-326
- Domingo JL (2004) Polychlorinated naphthalenes (PCNs) in aquatic species and human exposure through the diet: A review. Journal of Chromatography A 1054: 325-332
- Domingo JL (2006) Polychlorinated diphenyl ethers (PCDEs): Environmental levels, toxicity and human exposure: A review of the published literature. Environment International 32: 121-127
- Domingo JL, Bocio A, Falcó G, Llobet JM (2006) Exposure to PBDEs and PCDEs associated with the consumption of edible marine species. Environmental Science and Technology 40: 4394-4399
- Domingo JL, Bocio A (2007) Levels of PCDD/PCDFs and PCBs in edible marine species and human intake: A literature review. Environment International 33: 397-405
- Domingo JL, Falcó G, Bocio A, Llobet JM (2007) Human exposure to polychlorinated naphthalenes through the consumption of edible marine species. Chemosphere 66: 1107-1113
- Enquesta sobre l'Avaluació de l'estat nutricional de la població catalana 2002–2003. Evolució dels hàbits alimentaris i del consum d'aliments i nutrients a Catalunya. ENCAT. Direcció General de Salut Pública, Departament de Sanitat i Seguretat Social, Generalitat de Catalunya, Barcelona, Spain
- EFSA (2005) Opinion of the Scientific Committee on a request from EFSA related to A Harmonised Approach for Risk Assessment of Substances Which are both Genotoxic and Carcinogenic. The EFSA Journal 282:1-3
- EFSA (2005) Opinion of the Scientific Panel on Contamination in the food Chain on a request from the Commission related to the presence of Non Dioxin-lile Polychlorinated Biphenyls (PCB) in Fees and Food. The EFSA Journal. 284: 1-137

- EFSA (2006) EFSA European Food Safety Agency,. The EFSA Journal. 328: 1-4
- EFSA (2006) Guidance of the Scientific Committee on a request from EFSA related to Uncertainities in Dietary Exposure Assessment. The EFSA Journal. 438: 1-54
- EFSA (2008) Scientific Opinion of the Panel on Contaminants in The Food Chain on a request from the European Commission on Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Food. The EFSA Journal 724
- EFSA (2009) Panel on Contaminants in the Food Chain (CONTAM); Scientific Opinion on Cadmium in Food. The EFSA Journal 980, 3
- EFSA (2009) Panel on Contaminants in the Food Chain (CONTAM) Scientific Opinion on Arsenic in Food. The EFSA Journal, 7: 1351
- EPA (2000) Exposure and human health reassessment of 2,3,7,8-tetrachlorodibenzo-p-dioxins and related compounds. EPA/600/P-00/001 Bg
- Falandysz J (1998) Polychlorinated naphthalenes: an environmental update. Environmental Pollution 101: 77-90
- Falandysz J (2003) Chloronaphthalenes as food-chain contaminants: a review. Food Additives & Contaminants 20: 995-1014
- Falcó G, Domingo JL, Llobet JM, Teixido A, Casas C, Müller L (2003) Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Foods: Human Exposure through the Diet in Catalonia, Spain. Journal of Food Protection 66: 2325-2331
- Falcó G, Bocio A, Llobet JM, Domingo JL, Casas C, Teixido A (2004) Dietary intake of hexachlorobenzene in Catalonia, Spain. Science of the Total Environment 322: 63-70
- Falcó G, Llobet JM, Bocio A, Domingo JL (2006) Daily intake of arsenic, cadmium, mercury, and lead by consumption of edible marine species. Journal of Agricultural and Food Chemistry 54: 6106-6112
- Falcó G, Llobet JM, Bocio A, Domingo JL (2008) Exposure to hexachlorobenzene through fish and seafood consumption in Catalonia, Spain. Science of the Total Environment 389: 289-295
- Fattore E, Fanelli R, Turrini A, Di Domenico A (2006) Current dietary exposure to polychlorodibenzo-p-dioxins, polychlorodibenzofurans, and dioxin-like polychlorobiphenyls in Italy. Molecular Nutrition and Food Research 50: 915-921
- Ferrante MC, Cirillo T, Naso B, Clausi MT, Lucisano A, Cocchieri RA (2007) Polychlorinated biphenyls and organochlorine pesticides in seafood from the Gulf of Naples (Italy). Journal Food Protection 70: 706-715
- Focant, JF; Eppe, G; Pirard, C; Massart, A-C; Andre, J-E; De Pauw, E (2002) Levels and congener distributions of PCDDs, PCDFs and non-ortho PCBs in Belgian foodstuffs - assessment of dietary intake Chemosphere 48:167-179

- Fontcuberta M, Arqués JF, Martínez M, Suárez A, Villalbi JR, Centrich F, Serrahima E, Duran J, Casas C (2006) Polycyclic aromatic hydrocarbons in food samples collected in Barcelona, Spain. Journal of Food Protection 69: 2024-2028

- Gómara B, Herrero L, González MJ (2006) Survey of polybrominated diphenyl ether levels in Spanish commercial foodstuffs. Environmental Science and Technology 40: 7541-7547

- Greve PA (1986) Environmental and human exposure to hexachlorobenzene in the Netherlands. IARC Scientific Publications: 87-97

- Hayward D, Wong J, Krynitsky AJ (2007) Polybrominated diphenyl ethers and polychlorinated biphenyls in commercially wild caught and farm-raised fish fillets in the United States. Environmental Research 103: 46-54

- Herrera A, Ariño AA, Conchello MP, Lazaro R, Bayarri S, Perez-Arquillue C (1994) Organochlorine pesticide residues in Spanish meat products and meat of different species. Journal Food Protection 57: 441-444

- Hsu MS, Hsu KY, Wang SM, Chou U, Chen SY, Huang NC, Liao CY, Yu TP, Ling YC (2007) A total diet study to estimate PCDD/Fs and dioxin-like PCBs intake from food in Taiwan. Chemosphere 67: S65-S70

- Huwe JK, Larsen GL (2005) Polychlorinated dioxins, furans, and biphenyls, and polybrominated diphenyl ethers in a U.S. meat market basket and estimates of dietary intake. Environmental Science and Technology 39: 5606-5611

- IARC (2001) monographs programme on the evaluation of carcinogenic risks to humans, IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans

- IARC (2004) Overall evaluations of carcinogenicity: an updating of IARC Monographs volumes 1 to 42. 7

- Ibáñez R, Agudo A, Berenguer A, Jakszyn P, Tormo MJ, Sánchez MJ, Quirós JR, Pera G, Navarro C, Martinez C, Larrañaga N, Dorronsoro M, Chirlaque MD, Barricarte A, Ardanaz E, Amiano P, González CA (2005) Dietary intake of polycyclic aromatic hydrocarbons in a Spanish population. Journal of Food Protection 68: 2190-2195

- Isosaari P, Hallikainen A, Kiviranta H, Vuorinen PJ, Parmanne R, Koistinen J, Vartiainen T (2006) Polychlorinated dibenzo-p-dioxins, dibenzofurans, biphenyls, naphthalenes and polybrominated diphenyl ethers in the edible fish caught from the Baltic Sea and lakes in Finland. Environmental Pollution 141: 213-225

- Jalón M, Urieta I, Macho M, Azpiri M (1997) Metales Pesados y Arsénico. A: Vigilancia de la Contaminación Química de los Alimentos en la Comunidad Autónoma del País Vasco 1990-1995, Servicio Central de Publicaciones del Gobierno Vasco: Vitoria, Spain. 29-43

- Jedrychowski W, Perera F, Jankowski J, Rauh V, Flak E, Caldwell KL, Jones RL, Pac A, Lisowska-Miszczyk I (2007) Fish consumption in pregnancy, cord blood mercury level and cognitive and psychomotor development of infants followed over the first three years of life. Krakow epidemiologic study. Environment International 33: 1057-1062

- Jiang Q, Hanari N, Miyake Y, Okazawa T, Lau RKF, Chen K, Wyrzykowska B, So MK, Yamashita N, Lam PKS (2007) Health risk assessment for polychlorinated biphenyls, polychlorinated dibenzo-p-dioxins and dibenzofurans, and polychlorinated naphthalenes in seafood from Guangzhou and Zhoushan, China. Environmental Pollution 148: 31-39

- Kannan K, Tanabe S, Ramesh A, Subramanian A, Tatsukawat R (1992) Persistent organochlorine residues in foodstuffs from india and their implications on human dietary exposure. Journal of Agricultural and Food Chemistry 40: 518-524

- Kannan KS, Tanabe RJ, Williams R, Tatsukawa (1994) Persistent organochlorine residues in foodstuffs from Australia, Papua New Guinea and the Solomon Islands: contamination levels and human dietary exposure. Science of the Total Environment 153: 29-49

- Kannan K, Tanabe S, Giesy JP, Tatsukawa R (1997) Organochlorine pesticides and polychlorinated biphenyls in foodstuffs from Asian and oceanic countries. Reviews of Environmental Contamination & Toxicology 152: 1-55

- Kannan K, Yamashita N, Imagawa T, Decoen W, Khim JS, Day RM, Summer CL, Giesy JP (2000) Polychlorinated naphthalenes and polychlorinated biphenyls in fishes from Michigan waters including the great lakes. Environmental Science and Technology 34: 566-572

- Kannan K, Corsolini S, Imagawa T, Focardi S, Giesy JP (2002) Polychlorinated -naphthalenes, -biphenyls, -dibenzo-p-dioxins, -dibenzofurans and p,p'-DDE in bluefin tuna, swordfish, cormorants and barn swallows from Italy. Ambio 31: 207-211

- Kazerouni N, Sinha R, Hsu CH, Greenberg A, Rothman N (2001) Analysis of 200 food items for benzo[a]pyrene and estimation of its intake in an epidemiologic study. Food and Chemical Toxicology 39: 423-436

- Kiviranta H, Ovaskainen ML, Vartiainen T (2004) Market basket study on dietary intake of PCDD/Fs, PCBs, and PBDEs in Finland. Environment International 30: 923-932

- Koistinen J, Kukkonen JVK, Sormunen A, Mannila E, Herve S, Vartiainen T (2007) Bioaccumulation, bioavailability and environmental fate of chlorophenol impurities, polychlorinated hydroxydiphenylethers and their methoxy analogues. Chemosphere 68: 1382-1391

- Larsen EH, Andersen NL, Møller A, Petersen A, Mortensen GK, Petersen J (2002) Monitoring the content and intake of trace elements from food in Denmark. Food Additives and Contaminants 19: 33-46

- Lazaro R, Herrera A, Ariño A, Conchello MP, Bayarri S (1996) Organochlorine pesticide residues in total diet samples from Aragón (Northeastern Spain). Journal of Agricultural and Food Chemistry 44: 2742-2747

- Leblanc JC, Malmauret L, Guerin T, Bordet F, Boursier B, Verger P (2000) Estimation of the dietary intake of pesticide residues, lead, cadmium, arsenic and radionuclides in France. Food Additives and Contaminants 17: 925-932

- Leblanc JC; Guérin T; Noël L; Calamassi-Tran G; Volatier JL; Verger P (2005) Dietary exposure estimates of 18 elements from the 1st French Total Diet Study. Food additives and contaminants 22:624-41
- Lee SW; Lee BT; Kim JY; Kim KW; Lee JS (2006) Human risk assessment for heavy metals and as contamination in the abandoned metal mine areas, Korea. Environmental monitoring and assessment119: 233-44
- Lee BM, Shim GA (2007) Dietary exposure estimation of benzo[a]pyrene and cancer risk assessment. Journal of Toxicology and Environmental Health - Part A: Current Issues 70: 1391-1394
- Llobet JM, Granero S, Schuhmacher M, Corbella J, Domingo JL (1998) Biological monitoring of environmental pollution and human exposure to metals in Tarragona, Spain. IV. Estimation of the dietary intake. Trace Elements and Electrocytes 15: 136-141
- Llobet JM, Falcó G, Casas C, Teixido A, Domingo JL (2003) Concentrations of arsenic, cadmium, mercury, and lead in common foods and estimated daily intake by children, adolescents, adults, and seniors of Catalonia, Spain. Journal of Agricultural and Food Chemistry 51: 838-842
- Llobet JM, Bocio A, Domingo JL, Teixido A, Casas C, Müller L (2003) Levels of polychlorinated biphenyls in foods from Catalonia, Spain: Estimated dietary intake. Journal of Food Protection 66: 479-484
- Llobet JM, Domingo JL, Bocio A, Casas C, Teixido A, Müller L (2003) Human exposure to dioxins through the diet in Catalonia, Spain: Carcinogenic and non-carcinogenic risk. Chemosphere 50: 1193-1200
- Llobet JM, Falcó G, Bocio A, Domingo JL (2006) Exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons through consumption of edible marine species in Catalonia, Spain. Journal of Food Protection 69: 2493-2499
- Llobet JM, Falcó G, Bocio A, Domingo JL (2007) Human exposure to polychlorinated naphthalenes through the consumption of edible marine species. Chemosphere 66: 1107-1113
- Lodovici M, Dolara P, Casalini C, Ciappellano S, Testolin G (1995) Polycyclic aromatic hydrocarbon contamination in the Italian diet. Food Additives and Contaminants 12: 703-713
- Lorber M (2008) Exposure of Americans to polybrominated diphenyl ethers. Journal of Exposure Science and Environmental Epidemiology 18: 2-19
- Loutfy N; Fuerhacker M; Tundo P; Raccanelli S; El Dien AG; Ahmed MT (2006) Dietary intake of dioxins and dioxin-like PCBs, due to the consumption of dairy products, fish/seafood and meat from Ismailia City, Egypt Science of the Total Environment.:370: 1-8
- Marzec, Z; Schlegel-Zawadzka, M (2004) Exposure to cadmium, lead and mercury in the adult population from Eastern Poland, 1990-2002. Food Additives & Contaminants 21: 963-970
- McDonald T (2002) A perspective on the potential health risks of PBDEs. Chemosphere 46: 745-755

- McGregor D, Partensky C, Wilbourn J, Rice J (1998) An IARC evaluation of polychlorinated dibenzo-p-dioxins and polychlorinated dibenzofurans as risk factors in human carcinogenesis. Environmental Health Perspectives 106: 755-760

- Martí-Cid R, Bocio A, Llobet JM, Domingo JL (2007) Intake of chemical contaminants through fish and seafood consumption by children of Catalonia, Spain: Health risks. Food and Chemical Toxicology 45: 1968-1974

- Martí-Cid R, Bocio A, Domingo JL (2008) Dietary exposure to PCDD/PCDFs by individuals living near a hazardous waste incinerator in Catalonia, Spain: Temporal trend. Chemosphere 70: 1588-1595

- Mato Y, Suzuki N, Katatani N, Kadokami K, Nakano T, Nakayama S, Sekii H, Komoto S, Miyake S, Morita M (2007) Human intake of PCDDs, PCDFs, and dioxin like PCBs in Japan, 2001 and 2002. Chemosphere 67: S247-S255

- Meng XZ, Zeng EY, Yu LP, Guo Y, Mai BX (2007) Assessment of human exposure to polybrominated diphenyl ethers in China via fish consumption and inhalation. Environmental Science and Technology 41: 4882-4887

- Meng XZ, Zeng EY, Yu LP, Mai BX, Luo XJ, Ran Y (2007) Persistent halogenated hydrocarbons in consumer fish of China: Regional and global implications for human exposure. Environmental Science and Technology 41: 1821-1827

- Menzie CA, Potocki BB, Santodonato J (1992), Exposure to carcinogenic PAHs in the environment, Environ. Sci. Technol. 26: 1278–1284

- Moilanen R, Pyysalo H, Kumpulainen J (1986) Average total dietary intakes of organochlorine compounds from the finnish diet. Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und -Forschung 182: 484-488

- Moschandreas DJ; Karuchit S; Berry MR; O'Rourke MK; Lo D; Lebowitz MD; Robertson G (2002) Exposure apportionment: ranking food items by their contribution to dietary exposure. Journal of exposure analysis and environmental epidemiology 12: 233-243

- Mumtaz MM, George JD, Gold KW, Cibulas W, DeRosa CT (1996) ATSDR evaluation of health effects of chemicals. IV. Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs): understanding a complex problem. Toxicology and Industrial Health 12: 742-971

- Muñoz O, Devesa V, Suñer MA, Vélez D, Montoro R, Urieta I, Macho ML, Jalón M (2000) Total and inorganic arsenic in fresh and processed fish products. Journal of Agricultural and Food Chemistry 48: 4369-4376

- Muñoz O; Bastias JM; Araya M; Morales A; Orellana C; Rebolledo R; Velez D (2005) Estimation of the dietary intake of cadmium, lead, mercury, and arsenic by the population of Santiago (Chile) using a Total Diet Study Food and Chemical Toxicology 43: 1647-1655

- Nakata H, Kawazoe M, Arizono K, Abe S, Kitano T, Shimada H, Li W, Ding X (2002) Organochlorine pesticides and polychlorinated biphenyl residues in foodstuffs and human tissues from China: Status of contamina-

tion, historical trend, and human dietary exposure. Archives of Environmental Contamination and Toxicology 43: 473-480

- Noël, L; Leblanc, J C; Guérin, T (2003) Determination of several elements in duplicate meals from catering establishments using closed vessel microwave digestion with inductively coupled plasma mass spectrometry detection: estimation of daily dietary intake..Food additives and contaminants 20:44-56

- Nomura T, Yanagi T, Fukuzawa E, Kono Y, Komatsu K, Morita M (2007) Brominated dioxins and PBDEs in diet samples collected from FY2002 to FY2005 on Japan. Organohalogen Compounds 69: 2773–2776

- Nwaneshiudu OC, Autenrieth RL, McDonald TJ, Donnelly KC, Degollado ED, Abusalih AA (2007) Risk of polycyclic aromatic hydrocarbon (PAH) exposure from ingested food: The Azerbaijan case study. Journal of Environmental Science and Health, Part B 42: 201-209

- Ohno MK; Yanase TY; Kimura T; Hamidur Rahman M; Magara Y; Matsui Y (2007) Arsenic intake via water and food by a population living in an arsenic-affected area of Bangladesh. Science of the Total Environment 381: 68-76

- OMS (1985) Guidelines for the study of dietary intakes of chemical contaminants. World Health Organization Offset Publication 87

- OMS (1991) Consulation on Tolerable Daily Intake from food of PCDDs and PCDFs. WHO Regional Office for Europe. EUR/ICP/PCS 030

- OMS (1997) Environmental Health Criteria 162. Flame retardants: a general introduction. Geneva, Switzerland: International Programme on Chemical Safety

- Pan J, Yang YL, Xu Q, Chen DZ, Xi DL (2007) PCBs, PCNs and PBDEs in sediments and mussels from Qingdao coastal sea in the frame of current circulations and influence of sewage sludge. Chemosphere 66: 1971-1982

- Petzold G, Schäfer M, Benthe C, Ostendorp G, Schade G, Wilhelm M, Heinzow B. (1999) Dietary exposure and human body burden to organochlorine pesticides and PCBs in children and women in northern Germany. Organohalogen Compounds 44:119-122

- Phillips DH (1999) Polycyclic aromatic hydrocarbons in the diet. Mutation Research 443: 139-147

- Radwan, MA; Salama, AK (2006) Market basket survey for some heavy metals in Egyptian fruits and vegetables. Food and Chemical Toxicology. 44: 1273-1278

- Ramesh A, Walker SA, Hood DB, Guillén MD, Schneider K, Weyand EH (2004) Bioavailability and risk assessment of orally ingested polycyclic aromatic hydrocarbons. International Journal of Toxicology 23: 301-333

- Reed L, Buchner V, Tchounwou PB (2007) Environmental toxicology and health effects associated with hexachlorobenzene exposure. Reviews on Environmental Health 22: 213-243

- Reinik M, Tamme T, Roasto M, Juhkam K, Tenno T, Kiis A (2007) Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in meat products and estimated PAH intake by children and the general population in Estonia. Food Additives & Contaminants 24: 429 – 437

- Ribas-Fito N, Torrent M, Carrizo D, Júlvez J, Grimalt JO, Sunyer J (2007) Exposure to hexachlorobenzene during pregnancy and children's social behavior at 4 years of age. Environmental Health Perspectives 115: 447-450

- Rubio C, González-Iglesias T, Revert C, Reguera JI, Gutiérrez AJ, Hardisson A (2005) Lead dietary intake in a Spanish population (Canary Islands). Journal of Agricultural and Food Chemistry 53: 6543-6549

- Rubio C, Hardisson A, Reguera JI, Revert C, Lafuente MA, González-Iglesias T (2006) Cadmium dietary intake in the Canary Islands, Spain. Environmental Research 100: 123-129

- Ryan JK, Patry B (2001) Body burdens and food exposure in Canada for polybrominated diphenyl ethers (BDEs). Organohalogen Compounds 51: 226–229

- Salgovicová D, Pavlovicová D (2007) Exposure of the population of the Slovak Republic to dietary polychlorinated biphenyls. Food and Chemical Toxicology 45: 1641-1649

- Santos EE, Lauria DC, Da Silveira, CL (2004) Assessment of daily intake of trace elements due to consumption of foodstuffs by adult inhabitants of Rio de Janeiro city. Science of the Total Environment 327: 69-79

- Sasamoto T, Ushio F, Kikutani N, Saitoh Y, Yamaki Y, Hashimoto T, Horii S, Nakagawa J, Ibe A (2006) Estimation of 1999-2004 dietary daily intake of PCDDs, PCDFs and dioxin-like PCBs by a total diet study in metropolitan Tokyo, Japan. Chemosphere 64: 634-641

- SCF SCoF (2001) Opinion of the SCF on the risk assessment of dioxins and dioxin-like PCBs in food. European Commission, Brussels, Update based on new scientific information available since the adoption of the SCF opinion of November 22, 2000. Adopted on 30 May 2001. http://ec.europa.eu/food/index_en.htm

- Schäfer M, Petzold G, Ostendorp, Schade G, Moh, S, Heinzow B. (2000). Duplikatstudie und Humanbiomonitoring zur Feststellung der PCB-Belastung bei jungen Frauen. Umweltmed Forsch Prax 5:154-160

- Schecter A, Cramer P, Boggess K, Stanley J, Päpke O, Olson J, Silver A, Schmitz M (2001) Intake of dioxins and related compounds from food in the U.S. population. Journal of Toxicology and Environmental Health - Part A 63: 1-18

- Schecter A, Päpke O, Tung KC, Staskal D, Birnbaum L (2004) Polybrominated diphenyl ethers contamination of United States food. Environmental Science and Technology 38: 5306-5311

- Schecter A, Päpke O, Harris TR, Tung KC, Musumba A, Olson J, Birnbaum L (2006) Polybrominated diphenyl ether (PBDE) levels in an expanded market basket survey of U.S. food and estimated PBDE dietary intake by age and sex. Environmental Health Perspectives 114: 1515-1520

- Schecter A, Harris TR, Shah N, Musumba A, Päpke O (2008) Brominated flame retardants in US food. Molecular Nutrition & Food Research 52: 266-272

- Schuhmacher M, Bosque MA, Domingo JL, Corbella J (1991) Dietary intake of lead and cadmium from foods in Tarragona Province, Spain. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology 46: 320-328

- Signes-Pastor AJ, Mitra K, Sarkhel S, Hobbes M, Burló F, de Groot, WT, Carbonell-Barrachina AA (2008) Arsenic speciation in food and estimation of the dietary intake of inorganic arsenic in a rural village of West Bengal, India. Journal of agricultural and food chemistry 56:9469-9474

- Tard A, Gallotti S, Leblanc JC, Volatier JL (2007) Dioxins, furans and dioxin-like PCBs: Occurrence in food and dietary intake in France. Food Additives and Contaminants 24: 1007-1017

- Thomson B, Lake R, Lill R, (1996) The contribution of margarine to cancer risk from polycyclic aromatic hydrocarbons in the New Zealand diet. Polycyclic Aromat. Compd. 11: 177–184

- Tittlemier SA, Forsyth D, Breakell K, Verigin V, Ryan JJ, Hayward S (2004) Polybrominated diphenyl ethers in retail fish and shellfish samples purchased from Canadian markets. Journal of Agricultural and Food Chemistry 52: 7740-7745

- Tsuda T, Inoue T, Kojima M, Aoki S (1995) Market basket and duplicate portion estimation of dietary intakes of cadmium, mercury, arsenic, copper, manganese, and zinc by Japanese adults. Journal of AOAC International 78: 1363-1368

- Uchino T, Roychowdhury T; Ando M, Tokunaga H (2006) Intake of arsenic from water, food composites and excretion through urine, hair from a studied population in West Bengal, India Food and Chemical Toxicology 44: 455-461

- UNEP UNEP (2008) Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants (POPs). http://www.pops.int

- US EPA (2000) Exposure and human health reassessment of 2,3,7,8-tetrachlorodibenzo-p-dioxins and related compounds. EPA/600/P-00/001 Bg

- US EPA (2002) Polycyclic organic matter. Environmental Protection Agency, Washington, D.C. http://www.epa.gov/ttn/atw/hlthef/polycycl.html.

- US EPA (2003) Glossary of IRIS Terms. Integrated Risk Information System. Environmental Protection agency. http://www.epa.gov/iris/gloss8.htm

- Urieta I, Jalón M, Eguilero I (1996) Food surveillance in the Basque Country (Spain). II. Estimation of the dietary intake of organochlorine pesticides, heavy metals, arsenic, aflatoxin M1, iron and zinc through the Total Diet Study, 1990/91. . Food Additives and Contaminants 13: 29-52

- Van den Berg M, Birnbaum LS, Denison M, De Vito M, Farland W, Feeley M, Fiedler H, Hakansson H, Hanberg A, Haws L, Rose M, Safe S, Schrenk D, Tohyama C, Tritscher A, Tuomisto J, Tysklind M, Walker N, Peterson RE

(2006) The 2005 World Health Organization reevaluation of human and Mammalian toxic equivalency factors for dioxins and dioxin-like compounds. Toxicological Sciences 93: 223-241

- Van der Voet H, de Mul A, van Klaveren JD (2007) A probabilistic model for simultaneous exposure to multiple compounds from food and its use for risk-benefit assessment. Food and Chemical Toxicology 45: 1496-1506

- Van Leeuwen FX, Feeley M, Schrenk D, Larsen JC, Farland W, Younes M (2000) Dioxins: WHO's tolerable daily intake (TDI) revisited. Chemosphere 40: 1095-1101

- Voorspoels S, Covaci A, Neels H, Schepens P (2007) Dietary PBDE intake: A market-basket study in Belgium. Environment International 33: 93-97

- Voutsa D, Samara C (1998) Dietary intake of trace elements and polycyclic aromatic hydrocarbons via vegetables grown in an industrial Greek area. The Science of The Total Environment 218: 203-216

- Wijesekera R, Halliwell C, Hunter S, Harrad S (2002) A preliminary assessment of UK human exposure to polybrominated diphenyl ethers (PBDEs). Organohalogen Compd 55: 239–242

- Wilhelm M, Wittsiepe J, Schrey P, Budde U, Idel H (2002) Dietary intake of cadmium by children and adults from Germany using duplicate portion sampling. Science of the Total Environment 285: 11-19

- Yoon E, Park K, Lee H, Yang JH, Lee C (2007) Estimation of excess cancer risk on time-weighted lifetime average daily intake of PAHs from food ingestion. Human and Ecological Risk Assessment 13: 669-680

- Ysart G, Miller P, Croasdale M, Crews H, Robb P, Baxter M, de L'Argy C, Harrison N (2000) 1997 UK total diet study - Dietary exposures to aluminium, arsenic, cadmium, chromium, copper, lead, mercury, nickel, selenium, tin and zinc. Food Additives and Contaminants 17: 775-786

- Zheng N, Wang Q, Zhang X, Zheng D, Zhang Z, Zhang S (2007) Population health risk due to dietary intake of heavy metals in the industrial area of Huludao city, China. Science of the Total Environment 387: 96-104

- Zuccato E, Calvarese S, Mariani G, Mangiapan S, Grasso P, Guzzi A, Fanelli R (1999) Level, sources and toxicity of polychlorinated biphenyls in the Italian diet. Chemosphere 38:2753-2765

- Zukowska J, Biziuk M (2008) Methodological evaluation of method for dietary heavy metal intake. Journal of Food Science 73: R21-9

16 Índex de taules i figures

Taula 1 Selecció d'aliments estudiats 11
Taula 2 Grups de població, intervals d'edat i pes 15
Taula 3 Consum d'aliments en població infantil entre 6 i 9 anys (Enkid) 15
Taula 4 Ingesta diària d'aliments per grups de población (Encat) 16
Taula 5 Representativitat de la selecció d'aliments. Expressada en percentatge del total de l'enquesta 17
Taula 6 Estimació del total de As ingerit a través del peix i el marisc 18
Taula 7 Fonts i tipus d'incertesa. Efecte esperat sobre l'estimació de la mitjana i de la variabilitat poblacional. 21
Taula 8 Resum de les aproximacions aplicades en l'avaluació de la variabilitat i la incertesa de l'exposició. 22
Taula 9 Concentració d'arsènic total i inorgànic en els aliments. Valors mitjana 24
Taula 10 Ingesta diària estimada d'arsènic total i d'arsènic inorgànic. Home adult, per grups d'aliments 25
Taula 11 Ingesta diària estimada d'arsènic dels diferents grups de població 25
Taula 12 Ingesta d'arsènic inorgànic relativa al pes corporal 26
Taula 13 Ingesta relativa de As inorgànic per grups de població. Distribució dels valors d'exposició i influència d'algunes incerteses 27
Taula 14 Variació temporal de As total en els grups d'aliments. 2000-2005 28
Taula 15 Evolució de la ingesta diària de As inorgànic. 2000-2005 28
Taula 16 Ingesta diària de As total. Comparativa amb altres estudis d'ingesta 29
Taula 17 Concentració mitjana de cadmi en els aliments. 30
Taula 18 Ingesta diària estimada de cadmi. Home adult, per grups d'aliments 31
Taula 19 Ingesta diària estimada de cadmi dels diferents grups de població 31
Taula 20 Ingesta de cadmi relativa al pes corporal 32
Taula 21 Ingesta relativa de Cd per grups de població. Distribució dels valors d'exposició i influència d'algunes incerteses 32
Taula 22 Variació temporal de Cd en els grups d'aliments. 2000-2005 33
Taula 23 Variacions en la ingesta diària de cadmi. 2000-2005 34
Taula 24 Ingesta diària de Cd. Comparativa amb altres estudis d'ingesta 34
Taula 25 Concentració de mercuri total en els aliments 35
Taula 26 Ingesta diària estimada de mercuri total i metilmercuri. Home adult, per grups d'aliments 36
Taula 27 Ingesta diària estimada de mercuri i metilmercuri dels diferents grups de població 37
Taula 28 Ingesta de mercuri total i metilmercuri relativa al pes corporal 37
Taula 29 Ingesta relativa de mercuri total per grups de població. Distribució dels valors d'exposició i influència d'algunes incerteses 38
Taula 30 Variació temporal de Hg total en els grups d'aliments. 2000-2005 39
Taula 31 Variacions en la ingesta diària de mercuri total i metil mercuri. 2000-2005 39
Taula 32 Ingesta diària de mercuri total. Comparativa amb altres estudis d'ingesta 40
Taula 33 Concentració de Pb en els aliments. Valors mitjana 41
Taula 34 Ingesta diària estimada de plom. Home adult, per grups d'aliments 42
Taula 35 Ingesta diària estimada de plom dels diferents grups de població 42
Taula 36 Ingesta de plom relativa al pes corporal 43
Taula 37 Ingesta relativa de plom per grups de població. Distribució dels valors d'exposició i influència d'algunes incerteses 43

Taula 38 Variació temporal de plom en els grups d'aliments. 2000-2005 44
Taula 39 Variacions en la ingesta diària de Pb. 2000-2005 45
Taula 40 Ingesta diària de Pb. Comparativa amb altres estudis d'ingesta 45
Taula 41 Factors d'equivalència tòxica (TEF). OMS 2005 46
Taula 42 Concentracions mitjanes totals de PCDD/F per grups d'aliments 47
Taula 43 Ingesta diària de PCDD/F. Home adult, per grups d'aliments 47
Taula 44 Ingesta diària estimada de PCDD/F dels diferents grups de població 48
Taula 45 Ingesta diària de PCDD/F relativa al pes corporal 49
Taula 46 Ingesta relativa de dioxines i furans (PCDD/F) per grups de població. Distribució dels valors d'exposició i influència d'algunes incerteses 49
Taula 47 Evolució de la ingesta de PCDD/F , 2000- 2005 51
Taula 48 Ingesta diària de PCDD/F. Comparativa amb altres estudis d'ingesta 51
Taula 49 Factors d'equivalència tòxica (TEF) OMS 2005 52
Taula 50 Valors mitjana de concentració de PCB en els aliments 53
Taula 51 Ingesta diària de PCB. Home adult, per grups d'aliments 54
Taula 52 Ingesta diària estimada de PCB segons grup de població 56
Taula 53 Ingesta de PCB relativa al pes corporal 56
Taula 54 Ingesta relativa de PCB DL per grups de població. Distribució dels valors d'exposició i influència d'algunes incerteses 57
Taula 55 Evolució de la ingesta de PCB DL 2000 - 2005 59
Taula 56 Ingesta diària de PCB DL. Comparativa amb altres estudis d'ingesta 59
Taula 57 Ingesta diària de PCB NDL. Comparativa amb altres estudis d'ingesta 60
Taula 58 Concentracions de PCDD/F i PCB DL 60
Taula 59 Ingesta diària de PCDD/F + PCB DL. Home adult, per grups d'aliments 61
Taula 60 Ingesta diària estimada dels diferents grups de població 62
Taula 61 Ingesta diària de PCDD/F + PCB DL relativa al pes corporal 63
Taula 62 Ingesta relativa de PCDD/F i PCB DL per grups de població. Distribució dels valors d'exposició i influència d'algunes incerteses 63
Taula 63 Evolució de la ingesta de PCDD/F + PCB DL 2000 - 2005 66
Taula 64 Ingesta diària conjunta de PCDD/F + PCB DL. Comparativa amb altres estudis d'ingesta 66
Taula 65 Concentració d'HAP. Valors mitjana dels grups d'aliments 67
Taula 66 Ingesta diària estimada d'HAP. Resum per grups d'aliments 69
Taula 67 Ingesta diària estimada d'HAP dels diferents grups de població 70
Taula 68 Ingesta diària estimada d'HAP dels diferents grups de població 71
Taula 69 Ingesta diària corresponent als HAP amb dosi de referència establerta 71
Taula 70 Valors de MOE per a l'exposició a HAP8 i B(a)p 72
Taula 71 Ingesta relativa d'HAP total per grups de població. Distribució dels valors d'exposició i influència d'algunes incerteses 72
Taula 72 Variacions en la ingesta diària d'HAP totals, HAP8 i B(a)p. 2000-2005 75
Taula 73 Ingesta diària d'HAP. Comparativa amb altres estudis d'ingesta 75
Taula 74 Concentració d'HCB en els aliments 76
Taula 75 Ingesta diària d'HCB en un home adult 77
Taula 76 Ingesta diària estimada d'HCB dels diferents grups de població. Valor corresponent al total d'aliments considerats 78
Taula 77 Ingesta d'HCB relativa al pes corporal 78

Taula 78 Ingesta relativa d'HCB per grups de població. Distribució dels valors d'exposició i influència d'algunes incerteses 79
Taula 79 Evolució de la ingesta d'HCB 2000-2005 81
Taula 80 Ingesta diària d'HCB. Comparativa amb altres estudis d'ingesta 81
Taula 81 Concentració de PBDE. Valors mitjana 82
Taula 82 Ingesta estimada de PBDE en l'home adult per grups d'aliments 82
Taula 83 Ingesta diària estimada de PBDE dels diferents grups de població 83
Taula 84 Ingesta de PBDE relativa al pes corporal 84
Taula 85 Ingesta relativa de PBDE totals per grups de població. Distribució dels valors d'exposició i influència d'algunes incerteses 84
Taula 86 Evolució de la ingesta de PBDE. 2000-2005 86
Taula 87 Ingesta diària de PBDE. Comparativa amb altres estudis d'ingesta 86
Taula 88 Concentració de PCDE. Valors mitjana dels grups d'aliments 87
Taula 89 Ingesta diària de PCDE en un home adult 87
Taula 90 Ingesta diària estimada de PCDE dels diferents grups de població 88
Taula 91 Ingesta diària de PCDE relativa al pes corporal 89
Taula 92 Ingesta relativa de PCDE per grups de població. Distribució dels valors d'exposició i influència d'algunes incerteses 89
Taula 93 Evolució de la ingesta de PCDE. 2000-2005 91
Taula 94 Concentració de PCN. Valors mitjana dels grups d'aliments 92
Taula 95 Ingesta estimada de PCN per a un home adult. Resum per grup d'aliments 93
Taula 96 Ingesta diària estimada de PCN dels diferents grups de població 93
Taula 97 Ingesta de PCN relativa al pes corporal 94
Taula 98 Ingesta relativa de PCN per grups de població. Distribució dels valors d'exposició i influència d'algunes incerteses 94
Taula 99 Evolució de la ingesta de PCN. 2000 i 2005 96
Taula 100 Contribució dels aliments a la ingesta diària de contaminants 99
Taula 101 Ingesta estimada i percentatge respecte al valor de referència 100
Taula 102 Resum de l'avaluació probabilística de l'exposició 101
Taula 103 Ingesta diària. Evolució 2000-2005: 103
Figura 1 Distribució de la ingesta diària d'aliments en un home adult 16
Figura 2 Comparació 2000-2005 ingesta diària d'aliments home adult 17
Figura 3 Estimació de la incertesa 20
Figura 4 Contribució del tipus d'aliment a la ingesta diària d'arsènic inorgànic 25
Figura 5 Contribució del tipus d'aliment a la ingesta diària de cadmi 30
Figura 6 Contribució del tipus d'aliment a la ingesta diària de mercuri total 36
Figura 7 Contribució del tipus d'aliment a la ingesta diària de plom 41
Figura 8 Contribució del tipus d'aliment a la ingesta diària de dioxines i furans 48
Figura 9 Comparació de les concentracions de dioxines i furans 2000 - 2005 50
Figura 10 Proporció de PCB DL/NDL als grups d'aliments 53
Figura 11 Distribució dels PCB DL en els aliments. Percentatge de l'aportació al total de TEQ 54
Figura 12 Contribució del tipus d'aliment a la ingesta diària de PCB DL 55
Figura 13 Contribució del tipus d'aliment a la ingesta diària de PCB NDL 55
Figura 14 Comparació de les concentracions de PCB 2000 - 2005 58
Figura 15 Comparació de les concentracions de PCB en peix 2000 -i 2005 58

Figura 16 Contribució del tipus d'aliment a la ingesta de PCDD/F + PCB DL 61
Figura 17 Proporció de PCDD/F i PCB DL a la ingesta diària 62
Figura 18 Evolució de la concentració de PCDD/F + PCB DL 2000 - 2005....64
Figura 19 Evolució de la concentració de PCDD/F + PCB DL 2000 - 2005....65
Figura 20 Evolució de la concentració de PCDD/F + PCB DL en peix i marisc 2000- 2005 65
Figura 21 Proporció d'HAP8 carcinògens i no carcinògens en els grups d'aliments....68
Figura 22 Contribució del tipus d'aliment a la ingesta d'HAP totals....69
Figura 23 Contribució del tipus d'aliment a la ingesta d'HAP8....69
Figura 24 Contribució del tipus d'aliment a la ingesta de B(a)p 70
Figura 25 Comparació de les concentracions mitjanes d'HAP total l 2000- 2005 73
Figura 26 Comparació de les concentracions mitjanes d'HAP8 2000- 2005 74
Figura 27 Comparació de les concentracions mitjanes de B(a)p 2000- 2005 74
Figura 28 Aportació percentual dels grups d'aliments a la ingesta diària d'HCB....77
Figura 29 Concentració mitjana d'HCB en aliments. Comparació 2000-2005....80
Figura 30 Concentració mitjana d'HCB en aliments. Comparació 2000-2005....80
Figura 31 Aportació percentual dels grups d'aliments a la ingesta diària 83
Figura 32 Concentració mitjana de PBDE en aliments. Comparació 2000-2005 85
Figura 33 Contribució dels grups d'aliments a la ingesta diària de PCDE....88
Figura 34 Variació en la concentració mitjana de PCDE en aliments. Comparació 2000-2005 90
Figura 35 Contribució dels grups d'aliments a la ingesta diària de PCN 93
Figura 36 Variació de la concentració mitjana de PCN en aliments. Comparació 2000-2005 95
Figura 37 Variació de la concentració mitjana de PCN en olis i greixos. Comparació 2000-2005 95

www.gencat.net/salut