

2 Metalls

L'arsènic, el cadmi, el mercuri i el plom són metalls ubiqüitaris que es troben de forma natural a l'escorça terrestre sota formes químiques diverses.

Tots ells mostren formes de toxicitat específiques que depenen en gran mesura de la seva concentració i en alguns casos de la seva forma química. No es coneix cap mecanisme homeostàtic que els reguli, i és ben conegut que l'exposició crònica a aquests elements, fins i tot a dosis baixes, pot tenir efectes adversos per a la salut de les persones.

Són molt persistents i bioacumulables, i es troben àmpliament distribuïts per tot el planeta. Un cop incorporats als teixits de plantes i animals entren a la cadena tròfica, i per tant als aliments, que constitueixen una de les principals vies a través de les quals arriben a l'ésser humà. Altres vies d'entrada, com la dèrmica o la inhalatòria (excepte el plom), són poc significatives, i els casos d'exposició ocupacional són cada vegada menys freqüents.

Pel seu ús antropogènic, la proporció en què són alliberats al medi ambient i la posterior dispersió són molt superiors a la que es produiria a través dels seus cicles geològics i biològics naturals.

2.1 ARSÈNIC

L'arsènic es un element àmpliament distribuït en l'escorça terrestre en diverses formes químiques. Es pot trobar en forma inorgànica, combinat amb altres elements com l'oxigen, el clor i el sofre, o en forma orgànica combinat amb el carboni i l'hidrogen.

L'alliberament natural d'arsènic inorgànic al medi ambient es produeix a partir de l'alteració i l'erosió de les roques i el sòl, on es troba en forma d'arsina, arsenits, arsenats i òxids.

Pel que fa a les fonts antropogèniques, una part és alliberat com a resultat de la seva utilització en la fabricació de plaguicides, aliatges o esmalts, així com en la indústria del vidre. Una altra part té el seu origen en l'abocament de residus domèstics i industrials i en les emissions produïdes durant els processos d'obtenció d'energia a partir del carbó.

2.1.1 Vies d'exposició i toxicitat

La principal via d'exposició dels éssers humans a l'arsènic és mitjançant la dieta. La via inhalatòria i la tòpica són menys importants.

El peix i el marisc són els aliments que presenten les concentracions d'arsènic més elevades, on es troba majoritàriament en forma de dimetilarsènic. Peixos, crustacis, mol·luscs i altres animals aquàtics tenen la capacitat de metabolitzar l'arsènic i acumular-lo com a dimetilarsènic, una forma orgànica amb una toxicitat molt més baixa que la de les inorgàniques no considerades formes químiques tòxiques. La resta d'aliments en general presenten continguts poc significatius del metall, on predomina la forma inorgànica.

L'arsènic s'absorbeix ràpidament per via digestiva i és transportat al fetge, on es metabolitza a formes orgàniques, fàcilment eliminables per l'orina.

Els efectes tòxics produïts per l'arsènic són diferents segons si es tracta d'una exposició aguda, normalment de tipus accidental, o bé crònica, a partir de la dieta.

Els símptomes d'intoxicació per una exposició crònica per via oral comprenen, entre d'altres: alteracions del sistema gastrointestinal, hepàtiques, renals, deteriorament del sistema nerviós central, astènia, debilitat muscular, anèmia, lesions vasculars i arítmies. També pot produir alteracions dermatològiques diverses, com ara hiperqueratinització i pigmentació de la pell amb l'aparició de petits corns als palmells, les plantes dels peus i el tors.

La major part de les dades disponibles se centren en l'exposició a arsènic en adults, tot i que els nens sovint són més vulnerables que els adults als efectes per a la salut. Certa informació suggereix que el metabolisme de l'arsènic en infants és menys eficaç que en adults (Petxina, *et al* 1998b, segons se cita a ATSDR, 2000 A).

Diversos estudis han demostrat que la ingesta d'arsènic inorgànic també pot incrementar el risc de desenvolupar càncer de pulmó, de pell, de bufeta de l'orina, de fetge, de ronyó o de pròstata. La IARC cataloga aquest contaminant com a carcinogen de categoria 1 (carcinogènic per als éssers humans, amb evidència epidemiològica suficient), i l'EPA el classifica en el grup A (carcinògens humans, amb evidència suficient obtinguda d'estudis epidemiològics) i estableix un valor de risc per càncer via oral.

2.1.2 Valors de referència

Nivells de seguretat toxicològica

El Comitè Mixt FAO-OMS d'experts en additius i contaminants alimentaris (JECFA) va establir l'any 1988 la ingesta setmanal provisional tolerable per a l'arsènic inorgànic en 15 µg/kg/pes corporal (TRS 776 - JECFA 33/27).

Potència carcinogènica

L'EPA ha establert una potència carcinogènica (*slope factor*) per a l'arsènic inorgànic de 1,5 mg/kg/dia.

Límits màxims en aliments

En l'àmbit estatal, s'han fixat límits d'arsènic per a determinats productes en les respectives reglamentacions tecnicosanitàries. A escala comunitària no s'han establert límits màxims de la seva presència en aliments.

2.1.3 Resultats de les anàlisis dels aliments

Les concentracions d'arsènic total en els aliments analitzats es presenten a la taula 3. Les concentracions més elevades d'aquest contaminant s'han detectat en el peix i el marisc, amb valors considerablement superiors als de qualsevol altre grup d'aliments, que coincideix amb el que es descriu en la bibliografia sobre aquest contaminant.

Els peixos, els crustacis, els mol·luscs i altres animals aquàtics tenen la capacitat, com s'ha explicat anteriorment, de metabolitzar l'arsènic i acumular-lo en forma de dimetilarsènic, una forma orgànica amb una toxicitat molt més baixa que la de les formes inorgàniques. S'estima que en aquests animals la proporció d'arsènic inorgànic oscil·la entre el 0,02% i l'11% respecte al total d'arsènic, i se n'accepta un valor mitjà del 10%.

Tenint en compte això, de tot l'arsènic detectat en el grup de peix i marisc (2,21µg/g), únicament un 10% correspon a la forma inorgànica, és a dir, 0,221 µg/kg de pes en fresc.

Per contra, l'arsènic present a la resta d'aliments, per poc que sigui, es troba en forma inorgànica i no cal fer cap ajustament a l'hora de fer les estimacions d'ingesta o l'avaluació del risc.

Taula 3. Concentració d'arsènic en els aliments

Aliments	Concentració d'arsènic
Carn i derivats	0,0200
Peix i marisc	2,2100
Verdures i hortalisses	0,0015
Tubercles	0,0130
Fruites	0,0015
Ous	0,0150
Llet	0,0060
Derivats lactis	0,0225
Pa i cereals	0,0424
Llegums	0,0015
Greixos	0,0917

En µg/g de pes en fresc.

CQEDTC 2000-2002

2.1.4 Ingesta diària estimada. Contribució dels aliments a la ingesta

A la taula 4 es presenta la ingesta diària d'arsènic per a un home adult estimada en 225,41 µg/dia, que es deu majoritàriament al consum de peix i marisc, amb una aportació del 85,7% del total ingerit. La ingesta a partir de pa i cereals, carn i derivats i derivats lactis és notablement més baixa, i per a la resta d'aliments és gairebé insignificant.

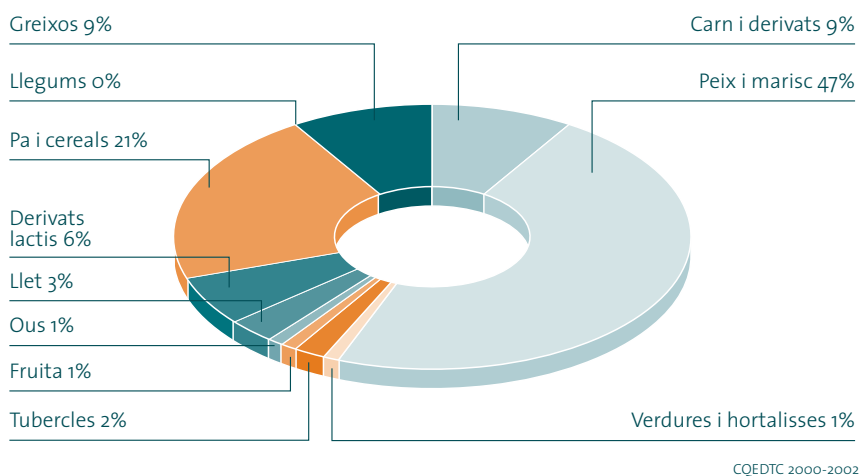
Taula 4. Ingesta diària d'arsènic i d'arsènic inorgànic

Aliment	Consum d'aliment (g/dia)	Ingesta d'As (µg/dia)	Ingesta d'As inorgànic (µg/dia)
Carn i derivats	185	3,70	3,70
Peix i marisc	92	203,32	20,33
Verdures i hortalisses	226	0,34	0,34
Tubercles	74	0,96	0,96
Fruites	239	0,36	0,36
Ous	34	0,51	0,51
Llet	217	1,30	1,30
Derivats lactis	106	2,39	2,39
Pa i cereals	206	8,73	8,73
Llegums	24	0,04	0,04
Greixos	41	3,76	3,76
Total	1.444	225,41	42,42

CQEDTC 2000-2002

En valorar la ingesta d'arsènic inorgànic —una forma tòxica per a la qual s'han establert nivells de seguretat—, s'observa que el peix i el marisc continuen essent els aliments amb una aportació més gran, però en proporció menor (47%), seguit del pa i els cereals (figura 3).

Figura 3. Contribució dels aliments a la ingesta diària d'arsènic inorgànic



2.1.5 Ingesta diària estimada per grups de població

A la taula 5 es presenten els valors d'ingesta diària d'arsènic i d'arsènic inorgànic per a cada un dels grups de població considerats en aquest estudi.

Taula 5. Estimació de la ingesta diària d'arsènic i d'arsènic inorgànic per grups de població

Grups de població	Ingesta d'As (µg/dia)	Ingesta d'As inorgànic (µg/dia)
Homes	225,407	42,419
Dones	191,801	34,074
Nens i nenes	134,350	31,916
Adolescents	159,350	36,029
Persones més grans de 65 anys	193,476	34,356

CQEDTC 2000-2002

2.1.6 Avaluació del risc

Com es pot observar, la ingesta setmanal d'arsènic inorgànic, calculada a partir de la ingesta diària estimada, es troba dins del marge de seguretat establert pel JECFA (15 µg/kg/setmana) per a tots els grups de població (taula 6).

Taula 6. Ingesta setmanal d'arsènic inorgànic relativa al pes corporal

Grups de població	Ingesta d'As inorgànic (µg/kg/dia)	Ingesta d'As inorgànic (µg/kg/setmana)
Homes	0,605	4,23
Dones	0,619	4,33
Nens i nenes	1,288	9,06
Adolescents	0,661	4,63
Persones més grans de 65 anys	0,554	3,78

CQEDTC 2000-2002

Si tenim en compte que el valor de potència carcinogènica de l'arsènic inorgànic és d'1,5 (mg/kg)/dia, el risc carcinogènic estimat per a un individu adult durant un període de vida de 70 anys és de $4 \cdot 10^{-4}$.

Aquesta xifra indica una probabilitat d'increment del càncer, durant 70 anys de vida d'una persona, atribuïble a l'exposició a l'arsènic per via alimentària, de 4 casos per 100.000 habitants.

2.1.7 Altres estudis d'ingesta

A la taula 7 es presenta la ingesta diària estimada d'arsènic obtinguda en diferents estudis. Les dades estan referides en tots els estudis a un home adult.

Taula 7. Ingesta diària d'arsènic. Resultats d'altres estudis

	Ingesta d'arsènic (µg/dia)	Referència
Catalunya	225	Aquest estudi
Regne Unit (1997)	65	Ysart, GE i col., 2000
EUA (1990)	51	MacIntosh, DL i col., 1996
EUA (1986-1991)	38	Gunderson, EL, 1995
Canadà (1985)	47	Dabeka, RW i McKenzie, AD, 1995
País Basc (1996)	291	Urieta, I i col., 1996
Japó (1990)	182	Mohri, T i col. 1990
Regne Unit (1999)	120	Ysart, GE i col., 1999
Tarragona (1998)	273	Llobet i col., 1998

CQEDTC 2000-2002

2.2 CADMI

El cadmi és un element que es troba en escassa proporció a l'escorça terrestre. Es presenta generalment en forma de clorur, sulfat, sulfat, i més habitualment formant compostos complexos amb altres metalls.

Normalment es genera com a subproducte durant els processos de producció de metalls com el zinc, el plom o el coure.

Té moltes aplicacions industrials com a anticorrosiu o semiconductor, i es fa servir en la fabricació de pigments, revestiments metàl·lics i aliatges, així com en molts tipus de soldadura, en bateries de níquel i cadmi o en galvanotècnia. També es fa servir com a catalitzador en alguns processos industrials, com a estabilitzant d'alguns plàstics i en la fabricació de determinats plaguicides i fertilitzants.

Un cop alliberat al medi el cadmi es distribueix per sòls i aigües, des d'on passa amb molta facilitat als vegetals, que són una de les principals vies d'entrada del contaminant en la cadena tròfica.

Alguns cereals com l'arròs o el blat el concentren selectivament, i en poden arribar a acumular quantitats importants.

2.2.1 Vies d'exposició i toxicitat

Com en el cas de l'arsènic, una de les principals vies d'exposició de l'ésser humà al cadmi és la dieta, tot i que una part important del total assimilat pot procedir de l'aigua de beguda, i en el cas de les persones fumadores el consum el tabac n'és la font principal.

La absorció intestinal del cadmi és baixa: només entre el 5% i el 10% del cadmi ingerit s'absorbeix al tracte digestiu, i la major part s'elimina per la femta. La porció absorbida s'acumula als ronyons i el fetge. Atès que el cadmi abandona el cos lentament, en petites quantitats, tendeix a romandre-hi durant anys. L'organisme transforma la major part del cadmi en una forma no nociva, i si se n'absorbeix en excés el fetge i els ronyons són capaços de convertir-lo completament a la forma innòcua.

Els efectes de la intoxicació crònica, atribuïble fonamentalment al consum d'aliments contaminats amb concentracions baixes, són de tipus multisistèmic; el més evident és el que es coneix com a nefropatia càdmica. També són habituals algunes osteopaties suposadament relacionades amb alteracions del metabolisme del calci.

D'altra banda, hi ha evidències de la seva influència en el desenvolupament d'alguns tipus de càncer de l'aparell reproductor masculí i de pulmó (Elghany i col. 1990).

La IARC ha classificat el cadmi en la categoria 1 (carcinogèn per als éssers humans, amb evidència epidemiològica suficient per als humans). L'EPA el classifica en el grup B1 (carcinògens humans probables, amb evidència limitada d'estudis epidemiològics) i no ha establert cap valor de risc per al cadmi.

2.2.2 Valors de referència

Nivells de seguretat toxicològica

El JECFA ha establert una ingesta setmanal provisional tolerable (ISPT) per al cadmi de 7 µ/kg de pes corporal (2003 *TRS for JECFA 61 in press.*)

Límits màxims en els aliments

Els límits màxims permesos en els aliments es recullen al Reglament 466/2001 de la Comissió,¹ on es fixa el contingut màxim de determinats contaminants en els aliments.

2.2.3 Resultats de les anàlisis dels aliments

Les concentracions de cadmi expressades en µg/kg de pes en fresc es presenten a la taula 8. Es coincideix amb altres estudis que entre els aliments amb un contingut més alt de cadmi destaquen el pa i els cereals, i el peix i el marisc (López-Artigues i col. 1993; Llobet i col. 1998).

La resta de grups, tret dels tubercles, amb valors intermedis, mostren valors relativament baixos.

Taula 8. Concentració de cadmi en els aliments

Aliments	Concentració de cadmi
Carn i derivats	0,0063
Peix i marisc	0,0362
Verdures i hortalisses	0,0050
Tubercles	0,0198
Fruites	0,0009
Ous	0,0080
Llet	0,0015
Derivats lactis	0,0060
Pa i cereals	0,0329
Llegums	0,0005
Greixos	0,0080

En µg/g de pes en fresc.

CQEDTC 2000-2002

2.2.4 Ingesta diària estimada. Contribució dels aliments a la ingesta

La ingesta diària estimada de cadmi a partir de la dieta, calculada per a un individu estàndard ha estat de 15,66 µg/dia. A la figura 4 es representa la contribució dels diferents grups d'aliments a la ingesta de cadmi. Cal observar que mentre que les concentracions de cadmi detectades en mostres de pa i cereals i peix i marisc són molts similars, a causa del pes superior dels cereals en la dieta, aquests constitueixen la principal font d'ingestió de cadmi en una proporció que dobla l'aportació del peix i el marisc.

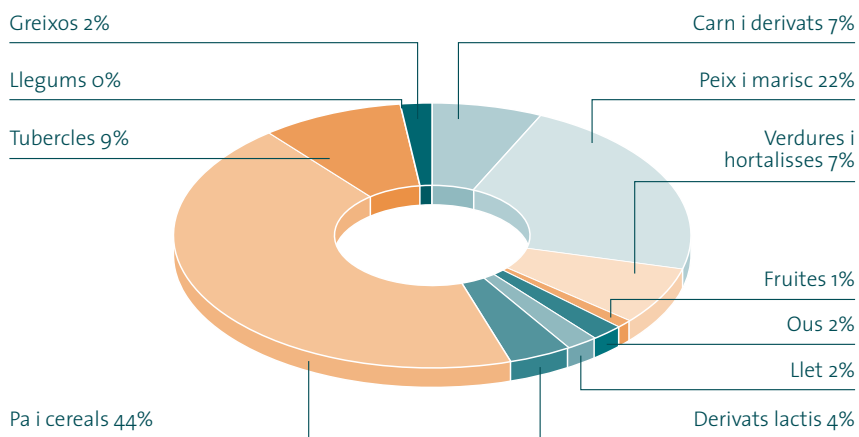
La resta de grups, a excepció dels tubercles, no mostren nivells de contaminació gaire alts, i la seva contribució al total de la ingesta és mínima.

¹ Reglament 466/2001 (CE), de 8 de març, pel qual es fixa el contingut màxim de determinats contaminants en productes alimentaris (DO L 77 de 16 de març de 2001, p. 1).

Taula 9. Ingesta diària de cadmi

Aliments	Consum de l'aliment per un home adult (g/dia)	Ingesta de cadmi ($\mu\text{g}/\text{dia}$)
Carn i derivats	185	1,11
Peix i marisc	92	3,33
Verdures i hortalisses	226	1,13
Tubercles	74	1,47
Fruites	239	0,22
Ous	34	0,27
Llet	217	0,43
Derivats lactis	106	0,64
Pa i cereals	206	6,80
Llegums	24	0,01
Greixos	41	0,33
Total	1.444	15,66

CQEDTC 2000-2002

Figura 4. Contribució dels aliments a la ingesta diària de cadmi

CQEDTC 2000-2002

2.2.5 Ingesta diària estimada per grups de població

A la taula 10 es presenta la ingesta diària estimada de cadmi segons els diferents grups de població.

Taula 10. Estimació de la ingesta diària de cadmi per grups de població

Grups de població	Ingesta de cadmi ($\mu\text{g}/\text{dia}$)
Homes	15,657
Dones	11,925
Nens i nenes	13,042
Adolescents	14,715
Persones més grans de 65 anys	12,563

CQEDTC 2000-2002

2.2.6 Avaluació del risc

La ingesta setmanal de cadmi, calculada a partir de la ingesta diària estimada, es troba dins del marge de seguretat establert pel JECFA, que és de $7 \mu\text{g}/\text{kg}/\text{setmana}$ per a tots els grups de població (vegeu la taula 11).

Taula 11. Ingesta setmanal de cadmi relativa al pes corporal

Grups de població	Ingesta de cadmi ($\mu\text{g}/\text{kg}/\text{dia}$)	Ingesta de cadmi ($\mu\text{g}/\text{kg}/\text{setmana}$)
Homes	0,224	1,56
Dones	0,217	1,52
Nens i nenes	0,546	3,82
Adolescents	0,270	1,89
Persones més grans de 65 anys	0,203	1,42

CQEDTC 2000-2002

2.2.7 Altres estudis d'ingesta

A la taula 12 es presenta la ingesta diària estimada de cadmi obtinguda en diferents estudis. Les dades estan referides en tots els estudis a un home adult.

Taula 12. Ingesta diària de cadmi. Resultats d'altres estudis

	Ingesta de cadmi ($\mu\text{g}/\text{dia}$)	Referència
Catalunya	16	Aquest estudi
Regne Unit (1997)	12	Ysart, GE i col., 2000
EUA (86-91)	15	Gunderson, EL, 1995
Canadà (1985)	24	Dabeka, RW i McKenzie, AD, 1995
País Basc (1996)	11	Urieta, I i col., 1996
Regne Unit (1999)	14	Ysart, GE i col., 1999
Tarragona (1991)	56	Shumacher, M. i col., 1991
Tarragona (1998)	18	Llobet i col., 1998

CQEDTC 2000-2002

2.3 MERCURI

El mercuri és un element ubic, present al planeta en diferents formes químiques: mercuri elemental, sals inorgàniques (principalment clorur i sulfur) i mercuri orgànic (metilmercuri), cada una de les quals té una determinada toxicocinètica i uns determinats efectes sobre la salut.

Els seus usos són diversos, des de la fabricació de termòmetres o interruptors elèctrics i piles fins a la utilització en la preparació d'amalgames dentals.

Aproximadament una tercera part del mercuri alliberat al medi ambient té el seu origen en fenòmens naturals, com les erupcions volcàniques, la volatilització des de l'escorça terrestre o la mateixa erosió de les roques que el contenen.

Les altres dues terceres parts són d'origen antropogènic i s'alliberen principalment durant els processos d'obtenció d'energia elèctrica a partir del carbó i com a conseqüència de la utilització generalitzada de combustibles fòssils. Altres fonts importants d'emissió són la incineració de residus urbans i sanitaris; l'explotació de mines de mercuri, or i plata; la producció de clor i sosa càustica i l'activitat mateixa d'indústries que l'utilitzen per a obtenir productes finals.

Tot el mercuri procedent d'aquestes emissions es troba en forma inorgànica, i finalment es diposita en sòls i aigües. En el medi aquàtic, certs microorganismes, presents tant als sediments com en l'aigua, tenen la capacitat de transformar el mercuri inorgànic en forma orgànica —metilmercuri— que té una toxicitat més gran, i que és molt elevada per al sistema nerviós en desenvolupament.

El metilmercuri pot ser ingerit pels organismes detritus i el plàncton, que constitueixen una de les seves vies d'entrada a la cadena tròfica. Per la seva lipofília i la gran capacitat de fixació en les proteïnes, té un grau de bioacumulació alt, de manera que es produeix una biomagnificació considerable cap als nivells superiors de la cadena alimentària. És per això que els peixos predadors de vida llarga, com les tonyines, el peix espasa o els taurons, en poden acumular grans quantitats.

D'altra banda, organismes filtradors com els mol·luscos també el poden acumular en quantitats significatives, tot i que s'observen diferències substancials entre les distintes espècies.

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

2.3.1 Vies d'exposició i toxicitat

L'exposició al mercuri es produeix fonamentalment a través de l'aigua de beguda i de la dieta, principalment per ingesta de peix, on es troba majoritàriament com a metilmercuri. Les vies respiratòria i cutània normalment estan associades a situacions concretes d'exposició laboral i són degudes a l'exposició al mercuri inorgànic.

La toxicitat del mercuri depèn de la forma química que adopti aquest metall.

El mercuri elemental és poc tòxic per ingestió, ja que s'absorbeix molt poc i s'elimina ràpidament; en canvi és molt tòxic per inhalació.

Les sals inorgàniques són més tòxiques però també presenten absorció intestinal baixa.

Les formes orgàniques del mercuri són les més tòxiques. A diferència de les altres formes químiques, s'absorbeixen amb molta facilitat per via digestiva i s'eliminen amb dificultat. S'acumula al cervell, els ronyons i el fetge.

En intoxicacions agudes pot causar tremolors, convulsions, incapacitat per caminar i fins i tot la mort.

Els efectes principals d'una intoxicació crònica són de tipus neurològic i renal. Entre els primers, associats majoritàriament al metilmercuri (la forma més tòxica), es poden observar anomalies en el desenvolupament fetal, danys sensorials i alteracions del cervell i del sistema nerviós, que es manifesten amb insomni, canvis de caràcter, pèrdua de memòria o al·lucinacions.

Els danys renals, per la seva banda, estan més associats a intoxicacions degudes a mercuri inorgànic, que també poden produir estomatitis i dolor gingival.

Quant al potencial carcinogènic, l'EPA classifica el mercuri inorgànic en el grup C (carcinògens humans possibles, amb evidència limitada d'estudis en animals i sense informació sobre els éssers humans per totes les vies d'exposició); el metilmercuri també està classificat en el grup C. No s'han establert valors de risc per a aquests compostos. La IARC no els ha classificat.

2.3.2 Valors de referència

Nivells de seguretat toxicològica

El JECFA ha establert la ingesta setmanal provisional tolerable de mercuri en 5 µg/kg de pes corporal (1978, TRS 631-JECFA 22/26) i de 1,6 µg/kg de pes corporal per al metilmercuri (2003, TRS - for JECFA 61 in press).

Límits màxims en aliments

Els límits màxims permesos en aliments es recullen al Reglament 466/2001 de la Comissió, pel qual es fixa el contingut màxim de determinats contaminants en els aliments.

2.3.3 Resultats de les anàlisis dels aliments

Les concentracions detectades en els aliments analitzats es presenten a la taula 13. Les quantitats més elevades s'han detectat en el peix i el marisc, amb un valor mitjà de 0,0970 µg/g de pes en fresc.

Altres grups amb nivells significatius però ostensiblement inferiors són els greixos i els cereals, amb valors de 0,0300 µg/g de pes en fresc. Les verdures i hortalisses i la fruita en mostren els valors més baixos.

Taula 13. Concentració de mercuri en els aliments

Aliments	Concentració de mercuri
Carn i derivats	0,0123
Peix i marisc	0,0970
Verdures i hortalisses	0,0005
Tubercles	0,0030
Fruites	0,0005
Ous	0,0080
Llet	0,0030
Derivats lactis	0,0115
Pa i cereals	0,0300
Llegums	0,0005
Greixos	0,0300

En µg/g de pes en fresc.

CQEDTC 2000-2002

2.3.4 Ingesta diària estimada. Contribució dels aliments a la ingesta

La ingesta total de mercuri estimada per a un individu estàndard a Catalunya és de 21,22 µg/dia (taula 14), que prové principalment del peix (8,92 µg) i els cereals (6,18 µg).

Taula 14. Ingesta diària de mercuri

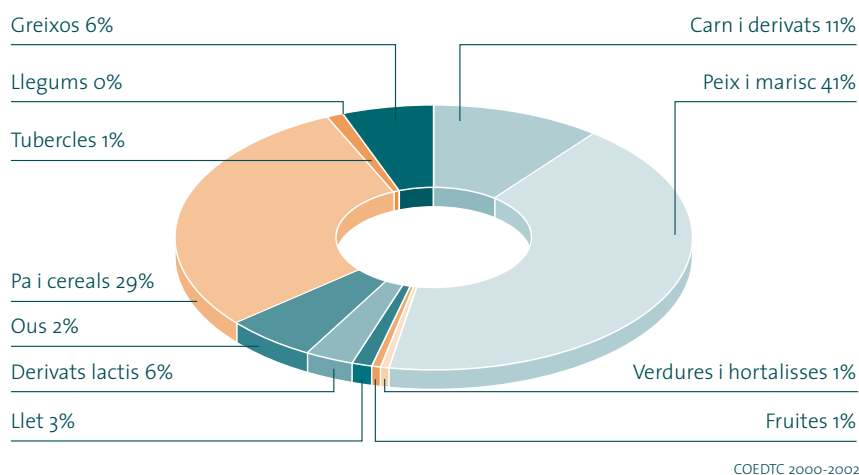
Aliments	Consum d'aliments (g/dia)	Ingesta diària de mercuri (µ/dia)
Carn i derivats	185	2,28
Peix i marisc	92	8,92
Verdures i hortalisses	226	0,11
Tubercles	74	0,22
Fruites	239	0,12
Ous	34	0,22
Llet	217	0,65
Derivats lactis	106	1,27
Pa i cereals	206	6,18
Llegums	24	0,01
Greixos	41	1,23
Total	—	21,22

CQEDTC 2000-2002

La figura 5 representa la contribució (expressada en percentatges) de cada grup d'aliments a la ingesta diària de mercuri. Com es pot observar, el peix i el marisc representen el 41% de l'aportació total; el pa i els cereals, el 29%; la carn i derivats, l'11%; els derivats lactis, el 6%, i els olis el 6%. Respecte al peix, els nivells més elevats s'han detectat en la tonyina enllaunada.

Si es considera que el 90% de tot el mercuri present en el peix i el marisc es troba en forma de metilmercuri,² la ingesta estimada de metilmercuri seria de 8,03 µg/dia, que correspon a un 50,18% del valor diari tolerable (16 µg/persona/dia).

Figura 5. Contribució dels aliments a la ingesta diària de mercuri



2.3.5 Ingesta diària estimada per grups de població

A la taula 15 es presenten els resultats de la ingesta diària estimada del total de mercuri i de metilmercuri per grups de població.

Taula 15. Estimació de la ingesta diària de mercuri i metilmercuri per grups de població

Grups de població	Ingesta de mercuri (µg/dia)	Ingesta de metilmercuri (µg/dia)
Homes	21,218	8,032
Dones	16,701	6,923
Nens i nenes	16,551	4,495
Adolescents	18,614	5,412
Persones més grans de 65 anys	16,943	6,984

CQEDTC 2000-2002

2.3.6 Avaluació del risc

L'exposició al mercuri i al metilmercuri es troba dins el valor de seguretat establert pel JECFA per a aquests contaminants, per a tots els grups de població, en relació amb el pes corporal.

Quant a la població infantil, cal tenir en compte, tant per a aquest com per a altres contaminants, que la ingesta d'aliments que fan els nens i nenes en relació amb el seu pes corporal és molt superior a la de les persones adultes, amb la qual cosa també ho és la de contaminants.

² European Commission Health and Consumer Protection Directorate General. *Information Note. Methyl mercury in fish and fishery products*. Brussel·les, 12 de maig de 2004.

La ingesta estimada de mercuri és de 4,85 µg/kg/setmana en nens i nenes, més del doble que per a la població estàndard, que és de 2,12 µg/kg/setmana, però dintre del marge de seguretat establert pel JECFA, que és de 5 µg/kg/setmana.

La ingesta estimada de metilmercuri és d'1,31 µg/setmana en nens i nenes, inferior a la ingesta setmanal provisional tolerable establerta pel JECFA, que és d'1,6 µg/kg/setmana.

Taula 16. Ingesta setmanal de mercuri relativa al pes corporal per grups de població

Grups de població	Ingesta de mercuri (µg/kg/setmana)	Ingesta de metilmercuri (µg/kg/setmana)
Homes	2,12	0,80
Dones	2,12	0,88
Nens i nenes	4,85	1,31
Adolescents	2,39	0,69
Persones més grans de 65 anys	1,91	0,79

CQEDTC 2000-2002

Aquest estudi no abasta grups de consumidors extrems com els que realitzen un elevat consum de peix, en els quals, atès que el peix representa més del 40% de l'aportació de mercuri a la dieta, els valors es podrien apropar a la ingesta setmanal provisional tolerable.

2.3.7 Altres estudis

A la taula 17 es presenta la ingesta diària estimada de mercuri obtinguda en diferents estudis. Les dades estan referides sempre a un home adult.

Taula 17. Ingesta diària de mercuri en un home adult. Resultats d'altres estudis

	Ingesta de mercuri (µg/dia)	Referència
Catalunya	21	Aquest estudi
Regne Unit (1997)	31	Ysart, GE i col., 2000
EUA (1986-1991)	8	Gunderson, EL, 1995
País Basc (1996)	18	Urieta, I i col., 1996
Regne Unit (1999)	5	Ysart, GE i col., 1999
Tarragona (1994)	16	Shumacher, M, i col., 1994
Tarragona (1998)	5	Llobet i col., 1998

CQEDTC 2000-2002

2.4 PLOM

El plom és el metall més ubic dels quatre estudiats i es troba pràcticament en totes les fases del medi i en molts sistemes biològics. Les principals formes en què és present a l'escorça terrestre són: la galena (sulfur de plom), la cerussita (carbonat de plom) i l'anglesita (sulfat de plom). Sovint el trobem associat a altres metalls com la plata, el coure, el zinc o el ferro.

Del plom utilitzat per a la indústria, un 40% es fa servir en forma metàl·lica i un 25% en aliatges. El 35% restant s'empra en forma de diferents compostos químics, tant inorgànics (mini o biòxid de plom) com orgànics (tetraetilplom i plom tetrametil, emprats en benzines).

El plom es fa servir en la fabricació de bateries, plaguicides, cristall, ceràmiques, colorants, pintures o esmalts, així com en soldadures i aliatges, i en la fabricació de munició.

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

Les principals emissions de plom al medi ambient s'han produït pel seu ús com a antidetonant en les benzines.

2.4.1 Vies d'exposició i toxicitat

La principal via d'exposició al plom és la digestiva, pel consum d'aliments o d'aigua que continguin aquest metall. La taxa d'absorció digestiva és de l'ordre del 10%, i pot arribar fins al 50% en els infants, un grup especialment vulnerable perquè, a més, tenen una barrera hematoencefàlica més permeable.

A l'interior de l'organisme el plom es distribueix per la sang i la resta de teixits, i es pot acumular als ossos, les dents i els òrgans. Es comporta com un tòxic multisistèmic, que actua bàsicament inhibint els sistemes enzimàtics cel·lulars i provocant efectes de diversa magnitud sobre diferents teixits i òrgans.

Alguns d'aquests efectes es manifesten com alteracions digestives (còlic saturní sense diarrea, dolor abdominal intens i difús, vòmits, constipació); alteracions hematològiques (anèmia saturnina, puntejat basòfil i alteració de proteïnes); alteracions del sistema nerviós central (cefalea, insomni, alteracions del caràcter, convulsions); alteracions del sistema nerviós perifèric (alteracions motores, paràlisi antebraquials, paràlisi bilateral); alteracions renals (nefropaties, gota saturnina); alteracions endocrines (infertilitat, alteracions del metabolisme del cortisol i del sistema reproductor).

Actualment és difícil trobar casos d'intoxicació aguda, però encara es produeixen casos de saturnisme per intoxicació crònica.

Tot i que hi ha prou evidències per considerar el plom un component carcinogen en animals, encara falta informació sobre el seu potencial carcinogènic en humans. La IARC no ha classificat aquest metall. L'EPA classifica el plom inorgànic en el grup B2 (carcinògens humans probables, amb evidència suficient d'estudis realitzats en animals i evidència inadequada o inexistent a partir d'estudis epidemiològics), i no n'ha establert valor de risc.

2.4.2 Valors de referència

Nivells de seguretat toxicològics

El JECFA ha establert la ingesta setmanal provisional tolerable per al plom en 25 µ/kg de pes corporal (1999. TRS 896 - JECFA 53/81).

Límits màxims en aliments

Els límits màxims permesos de presència de determinats contaminants en els aliments es recullen en el Reglament 466/2001 de la Comissió Europea.³

2.4.3 Resultats de les anàlisis dels aliments

Les concentracions de plom en els aliments analitzats es presenten a la taula 18. Tot i que el contingut de plom dels diferents grups d'aliments presenta una distribució més homogènia que altres metalls, els valors més elevats es troben, una vegada més, en el grup del peix i el marisc, amb 0,0512 µg/g de pes en fresc. El grup amb un contingut més baix és el dels llegums, amb un valor mitjà de 0,0077 µg/g de pes en fresc. La resta de grups presenten valors mitjans, entre els quals destaquen els greixos, amb 0,03 µg/g de pes en fresc.

Taula 18. Concentració de plom en els aliments

Aliments	Concentració de plom
Carn i derivats	0,0243
Peix i marisc	0,0512
Verdures i hortalisses	0,0163
Tubercles	0,0259
Fruites	0,0126
Ous	0,0150
Llet	0,0060
Derivats lactis	0,0225
Pa i cereals	0,0242
Llegums	0,0077
Greixos	0,0300

En µg/g de pes en fresc.

CQEDTC 2000-2002

2.4.4 Ingesta diària estimada. Contribució dels aliments a la ingesta

La ingesta de plom estimada en un individu estàndard ha estat de 28,37 µg/dia. El pa i els cereals són els aliments que més hi contribueixen, amb 4,94 µ/dia, seguit del peix i el marisc, amb 4,71 µ/dia, i les carns i derivats, amb 4,44 µ/dia. La contribució de les fruites i les verdures és més significativa que en el cas d'altres contaminants: se n'ha estimat un valor mitjà de 3,01 µ/dia.

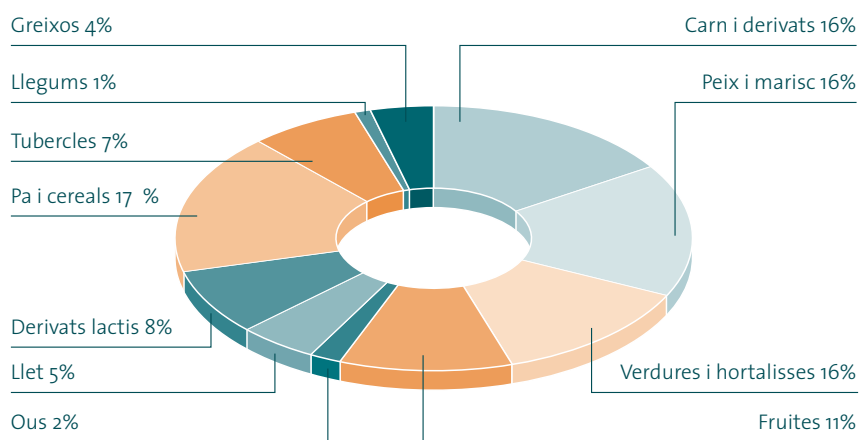
L'aportació percentual dels diferents grups d'aliments a la ingesta de plom es presenta a la figura 6.

³ *Op. cit.*

Taula 19. Ingesta diària de plom

Aliments	Consum d'aliment (g/dia)	Ingesta diària de plom (μ /dia)
Carn i derivats	185	4,50
Peix i marisc	92	4,71
Verdures i hortalisses	226	3,68
Tubercles	74	1,92
Fruites	239	3,01
Ous	34	0,51
Llet	217	1,30
Derivats lactis	106	2,39
Pa i cereals	206	4,99
Llegums	24	0,18
Greixos	41	0,33
Total	1.444	27,51

CQEDTC 2000-2002

Figura 6. Contribució dels aliments a la ingesta diària de plom

CQEDTC 2000-2002

2.4.5 Ingesta diària estimada per grups de població

A la taula 20 es presenta la ingesta diària de plom per grups de població.

Taula 20. Ingesta diària de plom per grups de població

Grups de població	Ingesta de plom (µg/dia)	Ingesta de plom (µg/kg/dia)
Homes	27,513	0,393
Dones	22,429	0,407
Nens i nenes	23,324	0,930
Adolescents	25,801	0,458
Persones més grans de 65 anys	23,481	0,376

CQEDTC 2000-2002

2.4.6 Avaluació del risc

La ingesta setmanal de plom, calculada a partir de la ingesta diària estimada, es troba dins del marge de seguretat establert pel JECFA de 25 µg/kg/setmana per a tots els grups de població (taula 21).

Taula 21. Ingesta setmanal de plom relativa al pes corporal per grups de població

Grups de població	Ingesta de plom (µg/kg/dia)	Ingesta de plom (µg/kg/setmana)
Homes	0,393	2,75
Dones	0,407	2,85
Nens i nenes	0,930	6,51
Adolescents	0,458	3,21
Persones més grans de 65 anys	0,376	2,63

CQEDTC 2000-2002

2.4.7 Altres estudis d'ingesta

A la taula 22 es presenta la ingesta diària estimada de plom obtinguda en diferents estudis. Les dades estan referides en tots els estudis a un home adult.

Taula 22. Ingesta diària de plom. Resultats d'altres estudis

	Ingesta de plom (µg/dia)	Referència
Catalunya	28	Aquest estudi
Regne Unit (1997)	26	Ysart, GE i col., 2000
EUA (1986-1991)	15	Gunderson, EL., 1995
Canadà (1985)	24	Dabeka, RW i McKenzie, AD, 1995
País Basc (1996)	43	Urieta, I i col., 1996
Regne Unit (1999)	23	Ysart, GE i col., 1999
Tarragona (1991)	115	Shumacher, M i col., 1991
Tarragona (1998)	49	Llobet i col., 1998

CQEDTC 2000-2002