

# 8

## Naftalens policlorats (PCN)

Els naftalens policlorats (PCN) són una classe de compostos clorats amb més de 75 congèneres. La seva estructura química està formada per una molècula de naftalè que pot contenir entre un i vuit àtoms de clor.

**Figura 24.** Estructura química dels naftalens policlorats (PCN)



Des del punt de vista químic, tots els congèneres del naftalè clorat són compostos planars, alguns d'ells amb una estructura similar a la 2,3,7,8-tetraclorodibenzo-*p*-dioxina (TCDD). Probablement per aquesta similitud i per altres característiques fisicoquímiques que els són pròpies, alguns dels que han estat investigats han mostrat un comportament tòxic molt similar a les dioxines.

Són compostos lipòfils, volàtils, molt poc solubles en aigua i molt solubles en dissolvents orgànics (clorats, aromàtics, etc.). Algunes d'aquestes propietats varien en funció de la seva estructura i del nombre i la posició dels àtoms de clor a la molècula. La volatilitat, per exemple, disminueix amb el grau de cloració, mentre que la tendència a adsorbir-se i la capacitat de bioacumular-se augmenten.

Com passa també amb altres contaminants, en el cas dels PCN l'atmosfera actua com a principal mitjà de transport i disseminació a escala mundial.

Les concentracions de PCN en l'aire ambiental poden anar dels 2.900 pg/m<sup>3</sup>, registrats en zones urbanitzades i industrialitzades o en les proximitats de les fàbriques on es produeixen, fins a valors de 150 pg/m<sup>3</sup>, mesurats en zones semirurals, o de l'ordre d'1 a 40 pg/m<sup>3</sup>, registrats en zones remotes.

Pel que fa als sòls, les zones contaminades presenten valors al voltant de 250 µg/kg, mentre que en zones no contaminades oscil·len entorn dels 0,2 µg/kg. Els sòls de zones pròximes a algunes indústries cloroàl·lis tenen concentracions de 18 mg/kg de pes en sec.

Una part dels PCN se sintetitzen intencionadament per a les seves aplicacions en la indústria; d'altres es formen com a subproductes o com a resultat de determinats processos de combustió. Les principals fonts d'emissions ambientals són la incineració de residus i l'abocament directe dels productes que en contenen.

S'utilitzen a la indústria de l'automòbil per preservar del foc i com a aïllants d'energia. En les indústries fusteres, papereres i tèxtils s'aprofiten les seves propietats antifúngiques i insecticides. Es fan servir en separadors de bateries, en fluids d'intercanvi de calor, en la fabricació de components ceràmics i de materials de comprovació de l'índex de refracció, com a lubricants de frens, com a lubricants per a elèctrodes, com a dispersants de tints. També tenen utilitat com a additius de goma, retardants de flama, en els processos d'electroplatinació o en la impregnació de màscares de gas, per citar alguns exemples.

Ara bé, tot i aquesta àmplia i extensa gamma d'utilitats, el seu ús s'està restringint bàsicament a la funció de retardants de la flama o d'additius en la plastificació a mesura que s'han anat incorporant noves molècules més útils.

Els PCN es formen com a subproductes no desitjats en els processos de fabricació de PCB, cosa que fa que sigui habitual que ambdós tipus de contaminants es trobin simultàniament en mostres biològiques i ambientals.

Aquest origen comú ha permès obtenir unes dades aproximades sobre les quantitats originades per aquesta via, de manera que si s'estima la producció mundial de PCB en unes 1.500.000 tones mètriques, la quantitat de PCN que es podrien alliberar al medi per aquesta via seria d'unues 100 tones.

Tot i això, el desenvolupament continu de tecnologies més segures d'emmagatzematge i/o reciclatge de productes de PCB i els residus que en contenen, fa que les quantitats alliberades siguin cada vegada menors.

Durant els processos de combustió de matèria orgànica en presència de clor també es generen PCN. Així doncs, aquests contaminants podran estar presents en molts dels productes resultants d'aquestes combustions, com ara cendres d'emissions de combustió de gas o en les d'incineradores de residus sòlids, on el volum de les emissions de PCN pot ser de la mateixa magnitud que de dioxines i furans.

Altres fonts d'emissió importants són les refineries de magnesi o les plantes de tractament de coure i d'alumini (recuperació i/o foneries). D'altra banda, també s'ha observat presència de PCN en els llots de grafit de les indústries de cloroàlcals.

## 8.1 Vies d'exposició i toxicitat

La principal via d'exposició als PCN és la laboral, sobretot en aquelles persones que treballen en indústries on se'n produeixen en magnituds importants, bé sigui directament o com a subproducte.

Però malgrat que encara es disposa de poques dades sobre ingesta de PCN a través de la dieta, en estudis realitzats de caire mediambiental s'han observat evidències de bioacumulació de PCN en peix (especialment de naftalens tetraclorats i naftalens pentaclorats), on s'han detectat concentracions de fins a 300 mg/kg de greix.

Aquestes dades ens fan pensar que la principal via d'exposició no ocupacional sigui l'alimentària, motiu pel qual s'ha inclòs en l'estudi aquest grup de compostos.

També l'aigua de beguda és un factor que cal considerar. El procés de cloració de l'aigua produeix al voltant de 0,15 ng/l naftalens diclorats i uns 0,44 ng/l naftalens monoclorats.

En la població general hi ha descrits casos importants d'intoxicacions, com el de la intoxicació per consum d'oli d'arròs que va tenir lloc a Taiwan i a la Xina (Ryan i Masuda, 1994).

Els PCN es presenten sempre com una mescla dels diferents congèneres i poden ser absorbits per via oral, inhalatòria o dèrmica.

El seu grau de toxicitat ve determinat pel congènere majoritari en la mostra, dels quals els més tòxics són els pentaclorats i els hexaclorats.

Alguna de les seves respostes tòxiques estan mediatades pel receptor citosòlic Ah, de manera semblant a com succeeix amb la TCDD i els compostos afins.

Dos isòmers molt persistents i sovint identificats en mostres biològiques humanes són l'1,2,3,4,6,7-hexacloronaftalè i l'1,2,3,5,6,7-hexacloronaftalè.

Els principals òrgans afectats són el fetge, el ronyó i el pulmó, a més s'acumulen en teixit adipós.

S'han descrit malalties hepàtiques i reaccions cutànies greus (cloracne) per exposició laboral als PCN. El cloracne era comú entre els treballadors que els manipulaven durant les dècades de 1930 i 1940, i s'ha demostrat que són induïdes per l'acció dels naftalens pentaclorats i hexaclorats. Per contra, dels triclorats, els tetraclorats, els heptaclorats i els octaclorats no s'ha demostrat que hi tinguin cap relació.

Altres símptomes que s'han descrit són: irritació ocular, cansament, mal de cap, anèmia, hematúria, impotència, anorèxia, nàusees, vòmits i ocasionalment dolor abdominal intens. També s'han notificat efectes sistèmics amb resultat de malalties hepàtiques a partir de la inhalació de PCN.

També s'ha observat que produeixen la peroxidació dels lípids, cosa que indica un augment de l'estrès oxidatiu.

No hi ha estudis d'anormalitats reproductives o toxicitat en el desenvolupament en humans. Recentment s'ha demostrat l'existència de certs efectes de disrupció endocrina que tindrien com a conseqüència un inici accelerat de l'espermatoogènesi en la descendència masculina de rates a les quals s'havia subministrat naf-talè hexaclorat durant la gestació.

Finalment, i pel que fa als efectes cancerígens, no es disposa de dades sobre carcinogènia en animals, per la qual cosa no es poden treure conclusions per als humans.

## 8.2 Valors de referència

Atesa la manca d'estudis, cap organisme ha establert valors màxims d'ingesta i en conseqüència no se n'han fixat límits màxims en aliments.

## 8.3 Resultats de les anàlisis dels 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: tetraclorats, pentaclorats, hexaclorats, heptaclorats i octaclorats. D'aquesta manera, cadascun dels valors obtinguts representa el nivell de contaminació resultat del conjunt de tots els congèneres del mateix grup que es troben dins la mostra i que s'expressen com al sumatori de tots ells: sumT4CN, sumP5CN, sumHxCN, sumHpCN i OCN.

Les concentracions de PCN en aliments es presenten a la taula 58. Quant al contingut total de PCN, la concentració més elevada es detecta en els greixos amb 447,10 ng/kg, seguit dels cereals amb 71,06 ng/kg, el peix amb 39,49 ng/kg i els derivats lactis amb 36 ng/kg.

Per grups de congèneres, els T4CN són majoritaris, seguits dels P5CN.

**Taula 58. Concentració de naftalens policlorats (PCN) en aliments**

Aliments	Sum T4CN	Sum P5CN	Sum HxCN	Sum HpCN	OCN	Sum PCN (tetra-octa)
Carn i derivats	9,91	4,61	2,35	0,39	0,33	17,59
Peix i marisc	15,45	15,55	7,28	0,91	0,30	39,49
Verdures i hortalisses	1,76	0,90	0,56	0,10	0,07	3,38
Tubercles	1,03	0,86	0,61	0,19	0,19	2,87
Fruites	0,08	0,15	0,19	0,14	0,14	0,71
Ous	13,31	6,02	3,49	0,36	0,23	23,42
Llet	0,05	0,05	0,05	0,11	0,11	0,37
Derivats lactis	28,68	4,78	1,47	0,68	0,40	36,00
Cereals	27,31	20,32	21,00	1,54	0,89	71,06
Llegums	0,62	0,91	1,35	0,22	0,22	3,33
Greixos	376,50	58,45	7,37	3,78	1,00	447,10
<b>Total</b>	<b>474,7</b>	<b>112,6</b>	<b>45,72</b>	<b>8,42</b>	<b>3,88</b>	<b>645,32</b>

En ng/kg de pes en fresc.

CQEDTC 2000-2002

## 8.4 Ingesta diària estimada. Contribució dels aliments a la ingesta

A la taula 59 es presenta la ingesta diària estimada de PCN per a un home adult.

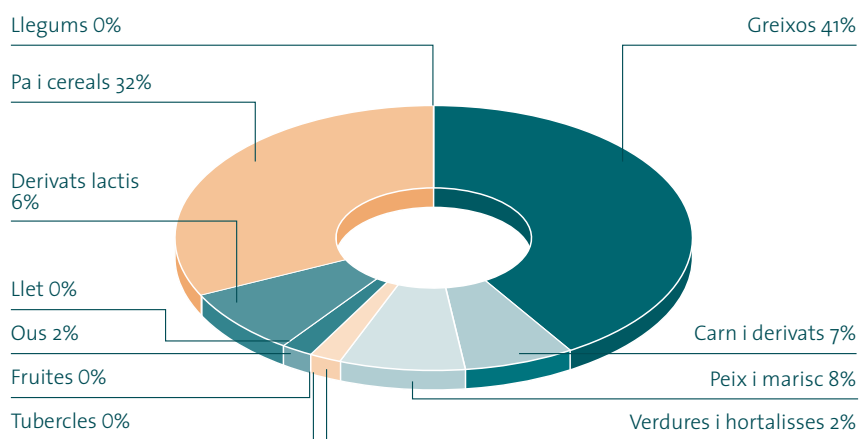
**Taula 59. Ingesta diària de naftalens policlorats (PCN)**

Aliments	Consum de l'aliment en un home adult (g/dia)	Ingesta diària de PCN (ng/dia)
Carn i derivats	185	3,25
Peix i marisc	92	3,63
Verdures i hortalisses	226	0,76
Tubercles	74	0,21
Fruites	239	0,17
Ous	34	0,80
Llet	217	0,08
Derivats lactis	106	3,82
Cereals	206	14,64
Llegums	24	0,08
Greixos	41	18,33
<b>Total</b>	<b>1.444</b>	<b>45,78</b>

CQEDTC 2000-2002

Pel que fa a la contribució de cada grup d'aliments a la ingesta diària (figura 25), es pot observar que l'aportació més important es deu als greixos, amb un 41%, seguit dels cereals, amb un 32%.

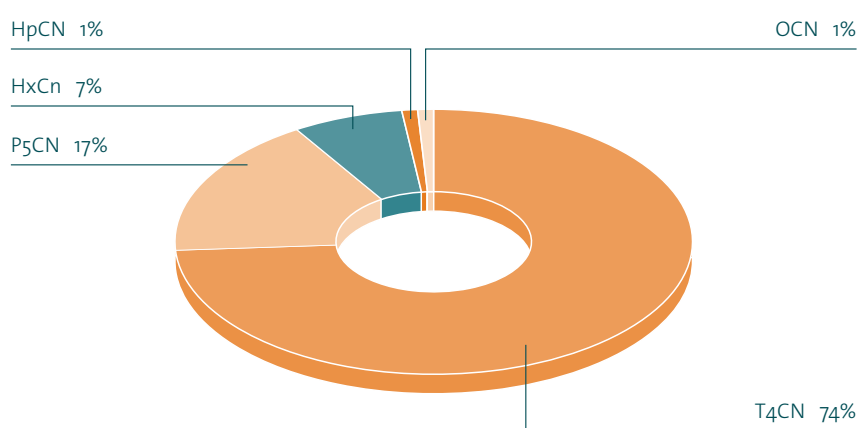
**Figura 25. Contribució del aliments a la ingesta diària de naftalens policlorats (PCN)**



CQEDTC 2000-2002

Pel que fa a la proporció dels diferents PCN en la dieta d'un individu estàndard, el 61% correspon al grup dels nafatalens tetraclorats, seguit dels heptaclorats amb un 22% i els hexaclorats amb un 14%.

**Figura 26. Contribució dels diferents tipus de naftalens policlorats (PCN) a la ingesta total**



CQEDTC 2000-2002

## 8.5 Ingesta diària estimada per grups de població

A la taula 60 es presenten els valors d'ingesta diària de PCN per a cada un dels grups de població considerats en aquest estudi.

**Taula 60. Estimació de la ingesta diària de naftalens policlorats (PCN) per grups de població**

Grups de població	Ingesta diària de PCN (ng/dia)
Homes	45,773
Dones	34,026
Nens i nenes	39,388
Adolescents	43,282
Persones més grans de 65 anys	33,566

CQEDTC 2000-2002

## 8.6 Avaluació del risc

La taula 61 presenta la ingesta diària estimada relativa al pes corporal per als diferents grups de població estudiats.

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

**Taula 61. Ingesta diària de naftalens policlorats (PCN) relativa al pes corporal**

Grups de població	Ingesta diària de PCN (ng/kg/dia)
Homes	0,65
Dones	0,62
Nens i nenes	1,64
Adolescents	0,79
Persones més grans de 65 anys	0,54

CQEDTC 2000-2002

## 8.7 Altres estudis

No hi ha estudis sobre la presència de PCN en els aliments. La bibliografia existent es refereix a estudis en peixos o en altres organismes del medi aquàtic, i formen part de treballs dirigits a determinacions mediambientals en zones on se sospita que n'hi podria haver concentracions elevades. A la taula 62 es presenten algunes d'aquestes dades.

**Taula 62. Determinació de naftalens policlorats (PCN) en productes de la pesca. Resultats d'altres estudis**

Aliment	Zona	PCN congènere	Concentració	Referència
Musclos Peix	Gdansk (Polònia)	Naftalè tetra- heptaclorat	80-110 ng/g de greix 36 ng/g de greix	Falandysz, 1998
Ostres	EUA	2-cloronaftalè	34 µg/kg en fresc	Mc Fall i col., 1985
Peix	EUA	No especificat	39 µg/kg en fresc	Erickson i col., 1978
Peix	EUA (Grans Llacs)	Naftalè tri- heptaclorat	0,04-31,4 µg/kg en fresc	Kannan i col., 2000
Peix	Japó	No especificat	< 1 µg/kg en fresc 1979	Taneshita i Yoshida,
Peix	Mar Bàltic	Total de naftalens policlorats	6,3-260 µg/kg de greix	Falandysz i col., 1996
Fetge de bacallà	Àrtic	Naftalens pentaclorats i hexaclorats	0,078-0,78 µg/kg de greix 0,05-0,48 µg/kg de greix	Sinkkonen i Paasivirta, 2000
Peix (peix, musclos i conserves de peix)	Catalunya	Naftalens tetra- octaclorats	39,49 ng/kg en fresc 672,97 ng/kg de greix	Aquest estudi

CQEDTC 2000-2002

Els estudis realitzats en animals aquàtics reflecteixen magnituds molt superiors als valors detectats en el peix i el marisc consumits a Catalunya. Aquest estudi és pioner en l'anàlisi de la ingesta dietètica de naftalens policlorats.