

Química i medi ambient: Què són les dioxines?

Èric Jover

Departament de Física Aplicada i Òptica, Universitat de Barcelona

Hi ha alguns elements o substàncies químiques com ara l'arsènic, l'estricnina o el cianur que la gent associa immediatament amb la seva gran toxicitat. Recentment, les dioxines han passat a formar part d'aquesta llista de substàncies temudes per l'opinió pública. Aquest salt a la fama s'ha fet, en el cas de les dioxines, gràcies a l'escàndol dels pollastres belgues ocorregut al maig de 1999 quan pinsos utilitzats en aquell país es van contaminar amb una barreja de bifenils policlorats (substàncies prohibides actualment a Europa que eren utilitzades principalment com a retardants de flama) que contenien elevats nivells de dioxines i el més recent emmetzinament del líder ucraïnès Víktor Iúshenko que el va desfigurar (figura 1) al 2004.

Però què són realment les dioxines? De fet en comptes de parlar de dioxines hauríem de parlar de paradibenzodioxines i paradibenzofurans. Aquestes dues famílies de substàncies orgàniques tenen unes estructures generals conformades per àtoms de carboni, d'oxigen i un nombre variable d'àtoms de clor (figura 2). Si comptem les diferents combinacions possibles tenim al final dos-cents deu compostos, setanta-cinc dioxines i cent trenta-cinc furans. Encara que aquests compostos puguin formar-se de manera natural en volcans i incendis forestals la majoria de les seves emissions són antropogèniques encara que no tenen cap tipus d'aplicació per a l'home. Així doncs, es formen de manera no desitjada en diferents processos de combustió com ara la utilització de combustibles fòssils (centrals tèrmiques, etc.), crema de residus sòlids urbans i també com a subproductes d'alguns processos industrials com el blanqueig de paper basat en el clor, etc.

A causa de les seves propietats fisicoquímiques les dioxines són compostos persistents bioacumulables i biomagnificables. Són persistents perquè tenen mitges vides en el medi ambient molt llargues que poden arribar, per exemple, a dotze anys en sòls no superficials. Són bioacumulables perquè tenen una gran afinitat per als greixos (logaritme de les constants octanol-aigua superiors a 6,5) i tenen tendència a acumular-s'hi. Parlem de biomagnificació perquè trobem petites quantitats d'aquestes substàncies en el medi ambient però, per exemple, en el medi aquàtic, el fitoplàncton en presenta nivells superiors que en l'aigua ja que l'acumula en els seus lípids, llavors el zooplàncton s'alimenta d'aquest fitoplàncton enriquit en dioxines i les acumula al seu torn en els seus lípids, i així podem anar seguint al llarg de la cadena tròfica. Per aquest motiu parlem de biomagnificació perquè com més pugem en la cadena tròfica més elevada és la concentració en aquests contaminants. Per mala sort sovint l'home es troba a la part més alta de la cadena tròfica tant aquàtica com terrestre! I justament aquest és un dels motius que aquests contaminants hagin generat tanta alarma social ja que trobem elevades quantitats d'aquests compostos al nostre organisme, si ho comparem amb les concentracions presents en el medi. A causa de totes aquestes propietats les dioxines són avui en dia un contaminant ubiqüista i es poden trobar en els indrets més allunyats de la civilització humana. A tall d'exemple, s'han trobat nivells elevats d'aquestes substàncies en els teixits lipídics dels óssos polars.

Curiosament, no obstant això, una de les zones del món que pateixen més problemes associats a les dioxines és el Vietnam. En efecte, els Estats Units d'Amèrica van perdre la guerra que els va afrontar als anys seixanta al Vietnam però els van deixar, de manera involuntària, dioxines com a record. En



FIGURA 1. Víktor Iúshenko abans i després de l'emmetzinament per dioxines.

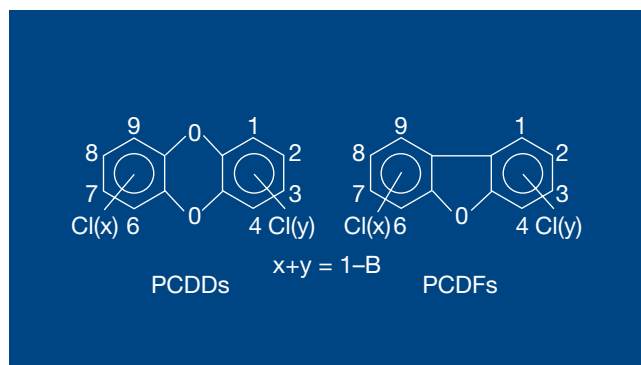


FIGURA 2. Estructura química de les dioxines i dels furans.

aquesta guerra l'Exèrcit dels Estats Units va utilitzar ingents quantitats dels agents defolians 2,4-D i 2,4,5-T, coneguts com *els agents taronges*, que contenien com a impuresa les dioxines.

Però quina toxicitat presenten aquests compostos? No tots aquests compostos són igualment tòxics, de fet, tan sols disset d'ells, set dioxines i deu furans, s'avaluen habitualment, i és el més tòxic la 2,3,7,8-tetraclorodibenzodioxina més coneguda com la 2,3,7,8-TCDD. En elevades quantitats, aquests compostos poden presentar una toxicitat aguda relacionada generalment amb el cloracne, una afecció de la pell que és per exemple molt evident en el cas de Viktor lúxenko (figura 1). Però, entre molts altres efectes crònics, també ha demostrat ser un disruptor endocrí, i la 2,3,7,8-TCDD està inclosa dins de la llista del grup 1 de l'Agència Internacional per a la Recerca del Càncer (IARC) com a agent cancerigen en humans.

A causa d'aquesta toxicitat, la Unió Europea ha desenvolupat nombroses regulacions per a limitar l'impacte d'aquestes substàncies. Aquestes regulacions tenen com a doble objectiu reduir les emissions al medi i controlar al màxim els productes alimentaris per a disminuir la ingesta en humans. De fet, l'Organització Mundial de la Salut (OMS) va fixar al 1998

un màxim tolerable d'ingesta diària d'entre 1 i 4 picograms d'equivalents tòxics per quilogram de la persona (els equivalents tòxics són una manera de normalitzar la toxicitat dels disset diferents congèneres determinats comparant-la amb la de la 2,3,7,8-TCDD, que és el congènere més tòxic). Com podem veure el límit permès és extremadament baix però de la mateixa manera les concentracions que es troben en el medi ambient i en els aliments són extremadament baixes i s'arriba per exemple a nivells de fg/m^3 ($\text{fg} = 10^{-12} \text{g}$) en l'aire ambient. Pel que fa les emissions, els centres d'incineració de residus urbans han estat un dels principals processos que s'han hagut d'adaptar a un enduriment significatiu de la legislació, fet que ha provocat fins i tot canvis en les seves tecnologies de depuració de fums.

Per acabar, considero que pel sol fet de ser famoses les dioxines esdevenen menys perilloses. En haver estat tan publicades el legislador ha tingut especial cura a regular totes les temàtiques que hi fan referència. Així doncs, encara que no ens en podem oblidar sí que es pot considerar que encara que ara ja es mantingui com una de les substàncies tòxiques més conegudes potser ens hem de preocupar més d'aquells compostos que, encara que amb una menor toxicitat, són més presents en el medi i no han saltat encara a la fama pública.