

Dioxines *versus* àcids omega-3 en el salmó

Un exemple de les complexitats del triangle salut-alimentació-química i d'intoxicacions mediàtiques tan letals com els contaminants

Prenent com a exemple la síntesi química de l'amoníac, es defensa la contribució positiva de la ciència química en la millora de la salut de la humanitat a través de l'alimentació, més enllà dels perills de la contaminació ambiental, que generalment es veu magnificada pels mitjans de comunicació amb poc fonament científic. També es descriu en profunditat el cas recent de la presència de dioxines en els salmons de viver del nord d'Europa, se n'analitzen les causes i s'aporten dades quantitatives per a la interpretació dels avantatges i riscos que comporta el seu consum, la qual cosa demostra la complexitat de les interrelacions entre química, aliments i salut.

PARAULES CLAU: dioxines, salmons, química, alimentació, salut.

El nitrogen de l'atmosfera no pot ser absorbit de manera directa i immediata per la vida. L'expansió de la matèria viva (i de l'espècie humana) queda limitada, doncs, per la no-disponibilitat de prou quantitat de nitrogen no molecular (nitrogen fixat, ionitzat, oxidat o reduït). La quantitat de nitrogen naturalment fixat als terrenys fèrtils permetria obtenir collites per alimentar tres o, fins i tot, quatre mil milions de persones, però no per nodrir els sis mil milions d'humans que avui som.

COM ÉS QUE HI SOM, DONCS?

Una manera de formular la resposta és dir que un terç de la humanitat

és de síntesi: el nitrogen, que fa possible l'existència d'un terç de la humanitat, ha estat fixat per les plantes, sí, però per les plantes que fan la síntesi de l'amoníac Haber-Bosch. Sense aquesta síntesi (el procés químic que, des de la seva invenció l'any 1917, converteix el nitrogen de l'aire en amoníac, en nitrogen reduït), solament hi hauria prou nitrogen fixat i proteïnes als aliments primaris procedents de l'agricultura per a tres o quatre mil milions d'humans. No n'hi hauria prou per als més de sis mil milions que som.

Cal, doncs, prendre consciència que, en realitat, un terç de la humanitat deu la vida al procés de Haber-Bosch de síntesi de l'amoníac; que la carn humana té un 30 % de nitro-

J. A. CANICIO

Dr. Canicio Consulting Chemist, S. A.

gen fixat a plantes de síntesi; que els humans som, en un cert percentatge, productes de síntesi. Un terç de la humanitat no existiria sense els adobs aportats pel procés Haber-Bosch; un terç de la humanitat deu la vida al nitrogen fixat, des de l'atmosfera, per la indústria, que ha incorporat a la seva carn.

La intoxicació mediàtica ha aconseguit inscriure a la consciència col·lectiva un codi de qualitat alimentària simple i contundent: *qualitat* és sinònim de *natural*, i *natural* és sinònim de *qualitat*. I, encara, ha elevat a la categoria de veritat evident una altra suposició, no sols gratuïta, sinó tot sovint totalment errònia: solament l'aliment «natural» és sa, i qualsevol condicionament minva la qualitat de l'aliment. Val a dir que per *natural* cal entendre, en el context, 'sense cap mena de condicionament químic'.

Sembla cert, però, que la reivindicació de la puresa i origen natural dels aliments com a índex de qualitat no té cap base, ni química, ni conceptual. No en té de química, perquè les molècules no tenen memòria d'origen, ni de conceptual, perquè el mateix cos és, en part, de síntesi.

En el context en què un terç del nitrogen contingut del cos humà prové d'una planta química, com és possible reivindicar una sacra i irreal puresa natural per nodrir-lo?

En els països desenvolupats, mai tanta gent no havia menjat tant¹ (massa, en realitat), ni tan sa, variat, fresc i bo com en els nostres dies.² Malgrat aquesta veritat, la gent està convençuda que els aliments no són com els d'abans i que, de fet, els estan enverinant dia a dia. Aquesta divergència tan enorme entre realitat «falsa» i opinió ha de venir, forçosament, derivada de la intoxicació gobbiana dels mitjans: una mentida mil vegades repetida esdevé una obvietat.

Tant se val que els productes químics siguin els principals responsables de la molt notable diferència de qualitat de vida entre nosaltres i els nostres avantpassats, i de l'augment al doble de l'esperan-

ça de vida; que siguin responsables, probablement, de l'existència de potser més d'un 50 % de nosaltres mateixos, i que la supervivència de la meitat de nosaltres sigui probablement conseqüència de l'ús d'adobs, fàrmacs i insecticides (que tallen la transmissió de malalties), d'additius, que milloren la qualitat alimentària, i de materials que augmenten el confort i la seguretat de les nostres vides.

És clar, però, que no tot són flors i violes i que hi ha danys col·laterals. La indústria humana (i la química, particularment) ha elevat el contingut natural en el medi d'algunes substàncies perilloses per a la salut;

tes, ingerits pels éssers vius, s'acumulen en els seus teixits grassos i segueixen la cadena tròfica fins a l'ésser humà. El problema no és conceptual. No es tracta que elements sintètics entrin al nostre cos (recordem el nitrogen), es tracta que, sovint, aquests productes són incompatibles amb la salut, són tòxics.

Dins d'aquesta mena de contaminants perillosos, presents a la natura com a soroll de fons contaminant, i resultat, en la major part, de l'activitat química humana en el segle xx, destaquen els productes organoclorats. En realitat, el problema de les dioxines és una part del pro-

Els salmons europeus (d'Escòcia i Noruega) estan força més contaminats que els de la regió del Pacífic (Xile i Alaska)

és ben cert que hi ha productes químics ben tòxics i perillosos que s'han de controlar, i no s'han controlat prou en el passat, amb els efectes subseqüents sobre l'entorn natural. Efectes col·laterals que no s'han evitat per manca de consciència. La qüestió, però, fóra: És compatible amb la salut el soroll de fons de contaminació present avui en l'entorn i que, sovint, afecta poc o molt els aliments?

La resposta és evident: sí. Ho avala el fet que s'hagi duplicat l'esperança de vida, malgrat que hi hagi realment un fons de contaminació ambiental que cal minimitzar.

Efectivament, alguns dels productes (o processos) d'ús estès generen contaminants que són extremament estables, de degradació molt lenta. Si aquesta estabilitat ve acompanyada, com passa sovint, de liposolubilitat, aquests produc-

blema general de la bioacumulació de productes organoclorats.

Els principals organoclorats pertanyen a tres famílies: els policlorobifenils, les dioxines i els insecticides organoclorats.

Els policlorobifenils (PCB) tenen estructura bicíclica, amb diversos graus de cloració, com es mostra en la figura 1, on x i y representen el nombre d'àtoms de clor, que oscil·la entre un i cinc. Són derivats de la indústria humana usats com a olis de transformació i fluids hidràulics.

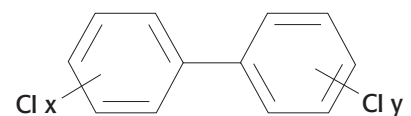


FIGURA 1. Estructura dels policlorobifenils.

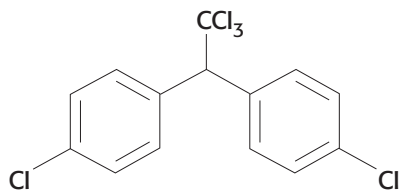


FIGURA 2. Estructura del DDT.

D'insecticides clorats, n'hi ha centenars. Avui blasmats (amb raó) per la seva persistència en el medi ambient i l'acumulació en els teixits grassos de la biomassa, han tingut, però, una importància cabdal en la salut humana, tant en la prevenció de malalties de transmissió per insectes com en la protecció de les collites. El diclorodifeniltricloroetà (DDT, vegeu la figura 2), avui prohibit i satanitzat (prohibit amb raó i satanitzat per rancúnia o ignorància), ha salvat possiblement tantes vides com les sulfamides o els antibiòtics, i a un cost irrisori.³

Sota la denominació de *dioxines*, es coneix dos tipus de substàncies químiques diferents: les policlorodibenzodioxines (PCDD), de les quals hi ha setanta cinc isòmers

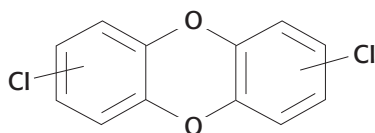


FIGURA 3a Estructura de les dioxines de tipus policlorodibenzodioxines (PCDD).

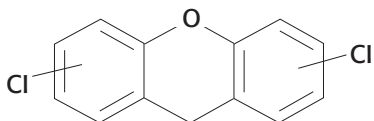


FIGURA 3b. Estructura de les dioxines de tipus policlorodibenzofurans (PCDF).

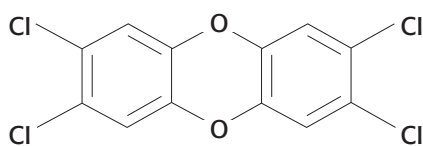


FIGURA 4. Estructura de la 2,3,7,8 tetraclorodibenzodioxina (TCDD).

(figura 3a), i els policlorodibenzofurans (PCDF), dels quals n'hi ha 135 (figura 3b).

Són substàncies considerades molt perilloses per la seva capacitat carcinògena, encara que l'única en la qual s'ha reconegut i mesurat amb certesa aquesta activitat és la 2,3,7,8 tetraclorodibenzodioxina (TCDD), l'estructura de la qual es mostra en la figura 4.

La idea que les dioxines són productes derivats de la indústria humana és totalment falsa. Cap de les dioxines (ni PCDD ni PCDF) no té cap aplicació pràctica ni industrial. Es tracta, al contrari, de productes que es produeixen espontàniament per reacció dels fenols amb el clor. Les dioxines són productes molt estables que es formen sempre que hi ha interposició de clor i fenol, i prou energia d'activació. En el medi natural, la presència potencial de clor és ubiqüa, i els fenols són molt abundants en el món vegetal. La crema de qualsevol combustible vegetal (per incendis forestals inclosos) produeix abundants dioxines. Són productes naturals, encara que l'activitat humana n'hagi augmentat la producció. En concret, es produeixen (i s'han produït) dioxines sobretot pels processos següents:

1. Per incineració i combustió. Vista la ubiqüitat de les traces de fenols i de clor, *a priori* tota combustió a temperatura inferior a uns 1300 °C produeix dioxines (cremar a temperatures superiors necessita forns i materials especials).
2. Per acció de la indústria química. Es produeixen traces de dioxines en els processos de cloració en general i, particularment, en presència o traces de fenols.
3. Per la indústria del paper i la depuració d'aigües. En el cas del paper, si s'utilitza clor o agents clorants per al blanqueig, es poden formar dioxines per reacció del clor amb els polifenols de la fusta.
4. Per causes naturals, com ara incendis forestals, i per bioacumulació en greixos de traces d'altres procedències al llarg de la cadena tròfica.

La ingestió màxima permesa per diverses agències varia. Mentre que a la Unió Europea (UE) el límit màxim permès s'estableix en 1 pg/dia/kg de pes, l'Organització Mundial de la Salut (OMS) i l'Organització de les Nacions Unides per a l'Alimentació i l'Agricultura (FAO) permeten fins a 2 pg/dia/kg. El primer que sobta és que la legislació europea no és gaire conseqüent. Efectivament, la ingesta mesurada a Europa de dioxines oscil·la entre 0,4 i 1,5 pg/dia/kg, i el valor mitjà és d'aproximadament 0,9 pg/dia/kg. Una bona colla de països de la UE ingereixen més dioxines del que la legislació europea tolera.⁴

Resulta sorprenent la diversitat del contingut típic en dioxines d'alguns dels aliments més comuns, dades que es mostren en la taula 1.

Efectivament, sorprèn l'elevat contingut de dioxines del peix. La dada, però, és del tot explicable si s'analitza les característiques de la cadena tròfica i els mecanismes de la bioacumulació. Els vegetals són fotosintètics i es nodreixen de fotons i minerals hidrosolubles captats per les arrels. Aquesta particularitat, la manca d'absorció de materials liposolubles, condiciona que les dioxines no puguin, en la pràctica, entrar en els organismes vegetals i ser-hi presents en quantitats rellevants; no hi ha bioacumulació.

Quan parlem de carn per a consum humà, ens referim a carn d'herbívor o omnívor. Entre els rumugadors i els vegetals solament hi ha un pas tròfic. En realitat, el bestiar de pastura o criat amb pinso té una alimentació quasi exclusivament vegetal.

Conseqüentment, si l'aliment conté una proporció molt baixa de dioxines, sembla lògic que, malgrat l'acumulació, el contingut de dioxines sigui baix. Les aus, que fan els ous, són omnívores, però. Cucos, insectes i invertebrats són part de la seva dieta, i el contingut en dioxines del seu producte, lleugerament més alt, estaria d'acord amb els esquemes indicats. Què passa amb els peixos, però, que tenen continguts en dioxines d'aproximadament vint

Taula 1. Contingut en dioxines d'alguns dels aliments més comuns

Aliment	Contingut
Vegetals	0,02 pg/g
Ous	1 pg/g (de greix)
Peix	10 pg/g (de greix)
Carn	0,5-0,7 pg/g

vegades el valor dels altres aliments proteics? El que succeeix és que el peix gros es menja el petit. En altres termes, que, al contrari del que passa amb la carn, una bona part del peix és depredador de peix. A la mar, el fitoplàncton marí (l'equivalent als vegetals terrestres) alimenta el zooplàncton, i aquest nodreix crustacis, peixos i mamífers, com ara les balenes. Molts peixos són depredadors d'altres peixos i crustacis. Així, a la cadena alimentària de la major part de peixos es troben tres o quatre passos tròfics, amb la subseqüent acumulació progressiva de contaminants liposolubles en els seus greixos. Per aquest mecanisme, els depredadors marins acumulen les toxines liposolubles en el seus greixos, i també àcids omega insaturats, que els fan especialment valuosos en la dieta. Però, simultàniament, acumulen les dioxines.

El salmó (*Salmo salar*) és un depredador gran i voraç, i, a més, un peix extraordinàriament gras. Tot plegat, una veritable màquina de concentrar contaminants liposolubles. L'any 2004 saltà l'alarma: la revista *Science*⁵ publicava un informe segons el qual els salmons de viver (més del 95 % dels salmons consumits, perquè són els més assequibles) contenien catorze vegades més d'organoclorats (encara que, en total, per sota dels mínims exigits per la llei) que els salmons salvatges. En concret, els resultats assenyalaven que:

- Es troben catorze vegades més d'organoclorats en els animals de cultiu que en els salvatges.
- Tots els valors mesurats estan per sota del contingut màxim tolerat.
- Els salmons europeus (d'Escòcia i

Noruega) estan força més contaminats que els de la regió del Pacífic (Xile i Alaska).

El resultat, previsible, fóra l'esfondrament del mercat del salmó de cultiu, per raó, primer, de la presumpta toxicitat del producte i, segon, del frau aparent en el cultiu del salmó, ja que es va sospitar de l'aplicació de pràctiques que condicionaven un elevat contingut de dioxines en el producte final i, per tant, pressuposaven una alimentació incorrecta i fraudulenta dels peixos.

Però no hi ha frau. Als salmons de cultiu nòrdics els passa el que els passa per la seva alimentació basada en productes «naturals», a causa de dos factors de diversa índole. D'una banda, l'augment de preu de la farina de peix peruana, degut a la manca progressiva d'aquest recurs arran de l'episodi d'El Niño i a l'expansió del seu consum. I de l'altra, que, amb el desplegament de la flota de pesca russa al Mar del Nord, el Bàltic i l'Àrtic, on s'acumula almenys un 80 % de la producció de salmó de granja marina (l'altre percentatge correspon a la producció de Xile i Alaska), es va generalitzar a Escòcia i Noruega la pràctica d'alimentar els salmons de manera complementària (i, de vegades, fonamental) amb arengada.

Aquesta és una alternativa a l'alimentació dels salmons amb pinsos preparats a base de farines i oli de peix procedents del Perú i Xile, productes cada dia més cars i escassos. Aquesta alimentació natural (i l'ús de farines i olis de peix àrtics) es mostrarà com la culpable de l'alt índex d'organoclorats i dioxines en els salmons de cultiu europeus.⁶

Efectivament, el peix blau (peix gras) del nord d'Europa mostra un elevat índex d'acumulació d'organoclorats, l'origen del qual es troba quasi segurament en la contaminació aportada pels rius europeus al Mar del Nord i al Bàltic.⁷ Durant tot el segle xx, bona part dels residus químics de la indústria europea i la contaminació derivada de l'activitat agrícola intensiva han estat vessats, directament o indirecta, a aquests mars somers i molt tancats, amb circulació minsa. Ací radica el perquè de l'acumulació de tota mena d'organoclorats a la biosfera marina del nord d'Europa.

Per contra, com ja se sap, la farina i l'oli de peix provenen fonamentalment de la zona de pesca d'intersecció dels corrents pacífic equatorial i el fred de Humbolt (que ve de l'Antàrtic), davant les costes de Xile i el Perú. Allí, la pesca de l'*anchoveta* proporciona la immensa majoria de la producció mundial de farina i oli de peix. Les costes del Perú i Xile, però, no han estat seu de producció agrícola intensiva, ni d'indústria potent i, tanmateix, no hi ha hagut abocaments significatius de organoclorats a les aigües australs. Així, les farines i els olis de peix australs, matèria primera dels pinsos, estan força menys carregats d'organoclorats i dioxines.

És l'alimentació natural dels salmons del nord (amb arengades) la que minva la qualitat dels salmons de granja europeus, enfront dels salvatges i els cultivats a les regions australs o a la costa nord del Pacífic, alimentats amb farina de peix del Pacífic. Sorprenent.

Són o no són, però, tòxics els salmons de granja europeus? A la fi, això és el que cal saber. Queda clar, com s'ha reconegut, que tenen dioxines. Però, són carcinògens potencials que han de ser exclosos de l'alimentació humana? Definitivament, els continguts en organoclorats (PCB i dioxines) trobats en salmons de cultiu estan tots per sota dels màxims autoritzats. La resposta és que són legals i estan dins de la legalitat, però sembla que se'n defugen més respostes. Tot i que són

legals, si tenen un alt contingut en dioxines, cal preguntar si són dolents per a la salut. Òbviament, l'índex tolerable no és un nombre màgic: si un determinat índex és inadmissible, el 60 % o el 40 % d'aquest no pot ser, raonablement, bo. O sí? Parlem-ne!

En realitat, quan parlem de la toxicitat d'un producte acumulable, cal mesurar no tant dosis puntuals com dosis continuades. Recordem que la ingesta màxima de dioxines establerta era aproximadament d'1 a 2 pg/dia/kg de pes. Una persona de seixanta quilos podria, doncs, ingerir entre 420 i 840 picograms de dioxines per setmana, posem que uns 0,9 µg/setmana.⁸

Quina quantitat de salmó vol dir això? Considerant el salmó més contaminat (3 pg/g), la ració setmanal màxima fóra de 280 g, segons els límits de l'OMS, i de 140 g, segons la norma europea. Sense fer gaires números, es podria menjar tranquil·lament una ració de salmó d'uns 200 g setmanals. Conseqüentment, a l'estat del coneixement i de la llei, cal considerar innocu el consum d'aquestes quantitats de salmó.

Seria raonable, però (pensant que, mort el gos s'acaba la ràbia), argumentar que no cal ingerir dioxines, ni poques ni moltes, i que fent campanya contra el salmó europeu, el salmó de cultiu, es protegeix la salut del consumidor. Encara que sembli il·lògic, això tampoc no és així. És coneguda, i cada vegada culturalment més estesa, la conveniència, la necessitat, d'ingesta d'àcids grassos omega-3 i omega-6 per al manteniment de la salut en general i, molt especialment, la cardiovascular. La font més important d'àcids grassos omega insaturats és el peix gras, el peix anomenat *blau*. A molts països del Nord, i especialment als Estats Units i l'Europa no mediterrània, el salmó de cultiu constitueix la millor oferta, assequible i culturalment desitjada, com a font d'àcids grassos cardiosaludables. Als països amb poca tradició cultural de consum de peix, com són els Estats Units i l'Europa no mediterrània, el salmó és pràcticament el

peix blau consumit més regularment, si no l'únic (fresc o fumat). I molt assequible en quantitat i preu, al contrari del seu parent salvatge, que resulta una *delikatessen* inassequible al gran consum.

L'eliminació del salmó de la dieta, diuen els dietistes, provocaria una mortalitat derivada de malalties cardiovasculars molt superior al possible augment d'incidència de càncer que es pogués derivar del consum de salmó amb un cert contingut de dioxines (en aquestes quantitats). Així doncs, la prevenció d'un risc remot (un augment de casos de càncer) comportaria una epidèmia segura de malalties cardiovasculars de conseqüències tràgiques.

L'efecte ha estat quantificat.⁹ La ingesta d'uns 200 g setmanals de salmó (i dels àcids grassos omega insaturats que això comporta) redueix entre un 20 % i un 40 % la mortalitat per malaltia cardíaca sobtada. Per a una població de tres-cents milions d'habitants, això suposa estalviar anualment entre cinquanta mil i cent mil vides. La ingesta durant setanta anys seguits de la mateixa quantitat de salmó a la setmana augmentaria (en una població de tres-cents milions de persones) els casos de càncer en uns sis mil (un dos per cent mil).

L'elecció òbvia, des del punt de vista de protecció de la salut, és, per tant, fomentar el consum generalitzat de salmó de granja i no potenciar el rebuig social del producte. Una altra cosa són els interessos comercials o, encara més, guanyar audiència i vendre paper, explotant la por i el desconeixement del públic.

Al meu parer, doncs, l'exemple de les dioxines del salmó il·lustra la complexitat de les interaccions entre química, alimentació i salut. La conclusió, la políticament correcta, fóra que la gran complexitat de les interrelacions entre química, aliments i salut condiciona la necessitat d'una anàlisi integral i multidisciplinària a l'hora d'avaluar la idoneïtat del seu consum.

També, però, es podria constatar que, conjuntament amb les in-

toxicacions alimentaries esporàdicament denunciades, produïdes per contaminants químics, són cada vegada més freqüents les intoxicacions mediàtiques que indueixen alarmes injustificades, de les quals es poden derivar conductes letals i que resten sempre impunes. Fins i tot, com en aquest cas, intoxicacions mediàtiques força més letals que les químiques derivades dels contaminants que denunciem. 🍷

NOTES

1. Als països més pobres del món, malgrat que en els darrers cinquanta anys la seva població s'hagi duplicat (i hi hagi tres mil milions de boques noves per nodrir), la quantitat relativa de famolencs i subalimentats respecte a la població total ha minvat força, encara que sembla que es mantingui quan solament es comptabilitza el nombre absolut de desheretats. Fa cinquanta anys hi havia mil milions de famolencs; avui hi ha més o menys els mateixos, però amb tres mil milions de persones més. Això vol dir que s'ha redimit tres mil milions de persones, el triple de la població famolenc inicial, del flagell de la fam. Encara que molt millorable, s'ha fet una bona feina.
2. Una altra cosa són els gustos alimentaris que vénen d'enllà de l'Atlàntic i malmeten el gust (i el cos) del jovent i els «enganxa» a pizzes i hamburgueses. El que es vol assenyalar és l'extrema i assequible disponibilitat d'aliments en varietat i qualitat avui al mercat, impensable per als nostres avantpassats.
3. Algun país del Tercer Món en reivindica l'ús, i d'altres, sense reivindicar res, l'usen directament. Tenint en compte les seves necessitats, i fet el balanç de bé humà immediat envers dany ambiental futur, l'actitud és, si no justificable, sí comprensible.
4. 1 pg (1 picogram) = 10⁻¹² g.
5. R. A. HITES *et al.*, «Global assessment of organic contaminants in farmed salmon», *Science*, núm. 303 (2004), p. 226.
6. Sempre, però, amb valors inferiors als límits de contingut.
7. Hi vessen a la zona, de nord a sud, els rius Duna, Niemen, Vístula, Oder, Elba, Ems, Rin i Sena, aportant, durant molts anys, les escombraries químiques de bona part d'Europa.
8. 1 ng (1 nanogram) = 10⁻⁹ g = 1000 pg.
9. <<http://mews.ups.purdue.edu/html4ever/2004/040108.Santerre.review.html>>