



Institut Hospital del Mar
d'Investigacions Mèdiques

UAB

Universitat Autònoma de Barcelona

Facultat de Medicina

**Resultats de l'anàlisi
de les concentracions en orina
de ftalats i compostos fenòlics
dins la campanya 'Salut de Plàstic'**

versió 2.3

~ 10 octubre 2019 ~

**Informe Tècnic per
Rezero – Fundació per a la
Prevenió de Residus i el Consum Responsable**

**Resultats de l'anàlisi
de les concentracions en orina
de ftalats i compostos fenòlics
dins la campanya 'Salut de Plàstic'**

Autoria de l'informe

Dr. Miquel Porta i Serra. Director. Metge, catedràtic de salut pública.

Magda Gasull i Panadès. Ambientòloga, màster en salut pública.

José Pumarega i Rodríguez. Estadístic, llicenciat en investigació i tècniques de mercat.

Grup de Recerca en Epidemiologia Clínica i Molecular del Càncer (GRECMC)
Institut Hospital del Mar d'Investigacions Mèdiques - IMIM, Parc de Salut Mar (PSMar)
Parc de Recerca Biomèdica de Barcelona (PRBB)
Facultat de Medicina, Universitat Autònoma de Barcelona
Carrer del Doctor Aiguader, 88 – 08003 Barcelona
Tel. 93 316 0700. Correu-e: yrovira@imim.es (Yolanda Rovira)
https://www.imim.es/programesrecerca/epidemiologia/en_documentsgrecm.html

Determinacions químiques de les concentracions de ftalats i compostos fenòlics

Dra. Cathrine Thomsen, Amrit K. Sakhi

Norwegian Institute of Public Health / Institut Noruec de Salut Pública (www.fhi.no/es)

Agraïments

A Maribel Casas, de l'Institut de Salut Global de Barcelona (ISGlobal), pel seu suport científic, i a Yolanda Rovira pel seu suport tècnic i administratiu.

ÍNDIX

Resum / Resumen / Abstract	9–11
1. Introducció	13
2. Metodologia	17
2.1. Obtenció de les mostres d'orina	17
2.2. Compostos analitzats	17
2.3. Límits de detecció i quantificació	19
2.4. Ajust de les concentracions per gravetat específica	20
3. Resultats	21
3.1. Freqüència de detecció i freqüència de quantificació dels ftalats i els compostos fenòlics	21
3.2. Nombre de compostos detectats per persona	22
3.3. Concentracions en orina de ftalats i de compostos fenòlics en els 20 participants.....	23
4. Discussió	28
5. Conclusions	38
6. Epíleg	40
7. Annex	42
8. Bibliografia	43

A continuació, les frases que estan **destacades en groc**

es refereixen a **aspectes especialment importants d'aquest informe.**

Resum

En el marc de la campanya 'Salut de Plàstic' impulsada per Rezero (Fundació per a la Prevenció de Residus i el Consum Responsable), hem analitzat les concentracions de diverses substàncies relacionades amb l'exposició a plàstics en mostres d'orina de 20 persones rellevants en àmbits com la ciència, l'esport, la cultura, la comunicació, l'ecologia i la salut, de Balears i de Catalunya.

Hem analitzat l'orina de 20 persones voluntàries, 8 dones i 12 homes, d'entre 22 i 74 anys d'edat. Hem buscat 15 ftalats (concretament, 13 metabòlits de 7 ftalats diferents i 2 metabòlits del plastificant DINCH) i 12 fenols (en total, doncs, 27 compostos). **En tots i cadascun dels 20 participants de l'estudi hem detectat tots els 15 ftalats. Cinc dels 12 fenols analitzats s'han detectat en tots i cadascun dels participants**, mentre que 3 dels fenols no s'han detectat en cap dels participants. Els altres 4 fenols s'han detectat en alguns però no en tots els participants. Entre els fenols detectats en tots els voluntaris hi ha el metilparabè i el Bisfenol A (BPA). **El nombre de compostos detectats per individu ha oscil·lat entre un mínim de 20 i un màxim de 23 compostos**. La mitjana de compostos detectats per individu ha estat 21,3. El ftalat amb les concentracions més altes va ser el monoetil ftalat (MEP) (mediana en els 20 participants: 52 ng/mL). El fenol amb les concentracions més altes va ser el metilparabè (MEPA) (mediana en els 20 participants: 17 ng/mL).

Els resultats il·lustren el fet que la presència de residus plàstics en el cos humà és freqüent.

Resumen

En el marco de la campaña 'Salud de Plástico' impulsada por Rezero (Fundación para la Prevención de Residuos y el Consumo Responsable), se han analizado las concentraciones de distintas sustancias relacionadas con la exposición a plásticos en muestras de orina de 20 personas voluntarias (8 mujeres y 12 hombres; edad entre 22 y 74 años) relevantes en ámbitos como la ciencia, el deporte, la cultura, la comunicación, la ecología y la salud, de Baleares y de Cataluña.

En los análisis de la orina de las 20 personas hemos buscado 15 ftalatos (concretamente, 13 metabolitos de 7 ftalatos diferentes y 2 metabolitos del plastificante DINCH) y 12 fenoles (en total, pues, 27 compuestos). En todas y cada una de esas 20 personas hemos detectado todos los 15 ftalatos. Cinco de los 12 fenoles analizados se han detectado en todas y cada una de las personas, mientras que 3 de los fenoles no se han detectado en ninguno de los participantes. Los otros 4 fenoles se han detectado en algunos pero no en todos los participantes. Entre los fenoles detectados en todos los voluntarios están el metilparabeno y el Bisfenol A (BPA). El número de compuestos detectados por individuo ha oscilado entre un mínimo de 20 y un máximo de 23 compuestos. La media de compuestos detectados por individuo ha sido 21,3. El ftalato con las concentraciones más altas fue el monoetilo ftalato (MEP) (mediana en los 20 participantes: 52 ng/mL). El fenol con las concentraciones más altas fue el metilparabeno (MEPA) (mediana en los 20 participantes: 17 ng/mL).

Los resultados ilustran el hecho que la presencia de residuos plásticos en el cuerpo humano es frecuente.

Abstract

In the framework of the 'Health of Plastic' campaign conducted by Rezero (Foundation for the Prevention of Residues and for Responsible Consumption), concentrations of different substances related to plastic exposure have been analysed in urine samples of 20 individuals (8 women and 12 men, aged between 22 and 74 years); such persons are relevant in fields as science, sport, culture, communication, ecology, and health, in the Balearic Islands and Catalonia.

In the urine analyses we searched for 15 phthalates (specifically, 13 metabolites of 7 different phthalates, and 2 metabolites of the plasticizer DINCH), and 12 phenols (i.e., 27 compounds in total). In all and each of the 20 study participants we detected all 15 phthalates. Five of the 12 phenols analysed were detected in each and every participant, while 3 of the phenols were not detected in anybody. The other 4 phenols were detected in some but not all participants. Methylparaben and bisphenol A (BPA) were two of the phenols detected in all participants. The number of compounds detected per individual ranged between a minimum of 20 and a maximum of 23 compounds. The mean number of compounds detected per individual was 21.3. Monoethyl phthalate (MEP) was the phthalate with the highest concentrations (median for the 20 participants: 52 ng/mL). Methylparaben (MEPA) was the phenol with the highest concentrations (median for the 20 participants: 17 ng/mL).

Results illustrate the fact that the presence of plastic residues in the human body is frequent.

1. Introducció

La preocupació pels efectes adversos pel medi ambient i la salut humana dels ftalats, els fenols i altres compostos químics relacionats amb els plàstics és relativament antiga a la vegada que actual. És racional, raonada i raonable: hi ha una abundant literatura científica, dades, informació, coneixements, experiències positives de control i experiències negatives d'inacció. S'han pres nombroses mesures raonables, assenyades i eficients de control; se n'han deixat de prendre moltes altres que també haurien tingut efectes positius [1,2]. Algunes mesures de regulació es van prendre fa més de quinze anys, tant per part d'alguns governs com de nombroses organitzacions i empreses. Els ftalats, per exemple, van ser introduïts en els mercats com a plastificants fa un segle o més, almenys des del 1920; i es van prendre mesures per disminuir la seva toxicitat el 2009 [3,4]. Aquestes dates i mesures ens poden sorprendre o no; si ens sorprenen perquè no les coneixíem, no passa res; el que compta és que ens informem i actuem amb més celeritat i eficiència social.

La mateixa American Chemical Society (ACS) informa dels nombrosos problemes per a la salut i altres reptes socials que ens estan plantejant des de fa temps els contaminants relacionats amb molt diverses components de productes plàstics [5]. També trobem informació i documents racionals, raonats i raonables de l'Agència de Substàncies i Mescles Químiques d'Europa (ECHA, per les seves sigles en anglès) [6], de l'Agència de Protecció Ambiental (EPA) dels Estats Units [6] i de diverses altres institucions globals [4,6]. No són organitzacions capricioses o extremistes, més aviat treballen sota constants pressions econòmiques, polítiques i mediàtiques. Per això té valor que sovint reconeixin que hi ha problemes greus i que busquin solucions. Per això val la pena estudiar els seus treballs amb base tècnica i científica, que en produeixen en abundància [4-7]. Quan els treballs d'aquestes institucions i organitzacions reconeixen problemes, és que realment existeixen. I per això són lamentables els que neguen la mateixa existència de coneixements científics sobre els efectes adversos per la salut i la vida dels residus plàstics.

Disposem per tant de coneixements sobre com els ftalats, els fenols i altres substàncies relacionades causen malalties en les persones; coneixements, per exemple, sobre el fet que poden alterar les interaccions entre l'ambient i els gens mitjançant canvis fisiològics, cel·lulars, moleculars i epigenètics, produint així trastorns en les persones exposades i en els seus descendents. Freqüentment, les relacions causals entre l'exposició als tòxics i l'aparició de malalties estan fonamentades en

estudis experimentals en animals i són coherents amb els estudis en humans. És a dir, els efectes que observem en humans tenen explicació en els coneixements sobre els mecanismes d'actuació dels tòxics i de desenvolupament de les malalties humanes (fisiopatologia i etiopatogenia) (vegeu, per exemple, la Taula 2 i altres parts de la referència 3). Tenint en compte les limitacions científiques habituals, podem dir que els coneixements sobre els efectes adversos dels contaminants que hem estudiat són més forts respecte a l'obesitat i la diabetis, els problemes de reproducció femenins i masculins, els càncers hormono-sensibles en les dones, malalties freqüents de la pròstata i la glàndula tiroide, el neurodesenvolupament, i els trastorns neuroendocrins. Per exemple, els benzil i butil ftalats (BBPs) contribueixen a causar infertilitat masculina (la qual, a més del patiment corresponent, genera importants costos econòmics degut a la necessitat d'utilitzar tecnologies de reproducció assistida). Alguns ftalats s'associen a menors concentracions de testosterona i poden augmentar el risc de mortalitat prematura. El di-2-etilhexilftalat (DEHP) pot causar obesitat i diabetis en l'adult [3,8].

Tenim doncs nombrosos exemples de que pot haver-hi un augment de la susceptibilitat a diverses malalties, que apareixen més tard en la vida, en funció de les exposicions durant el desenvolupament a disruptors endocrins com el Bisfenol A (BPA) i els ftalats, així com a pesticides, policlorobifenils (PCBs), dioxines i tributil (tributyltin, TBT), entre d'altres [3,4,8- 13]. Aquests darrers contaminants no els hem estudiat, doncs no estan tan relacionats amb els plàstics com els ftalats i els fenols, però uns i altres formen part del 'cóctel' de contaminants que –en aquest període de la Història– és habitual o 'normal' trobar en el cos de les persones [4].

Naturalment, hi ha incerteses científiques i pràctiques, com és habitual en la vida i en la ciència. I és impressionant com desconeixem moltíssimes qüestions sobre la mateixa composició i la toxicitat dels plàstics presents en la nostra vida quotidiana [14]. Toxicitat per les persones, pels altres ésser vius i per la natura.

Però hi ha molt *coneixement suficient per actuar*. També cal més coneixement, doncs vivim –i patim– realitats molt complexes de contaminació per mesclades de contaminants en etapes de la vida amb diferents susceptibilitats. Cal més recerca i a la vegada calen polítiques públiques i privades que respectin més la vida humana, la dels altres éssers vius, la natura i el medi ambient, i l'economia real [8,15].

* * *

En el marc de la campanya 'Salut de Plàstic' impulsada per Rezero (Fundació per a la Prevenció de Residus i el Consum Responsable), s'han analitzat les concentracions de diverses substàncies –15 ftalats i 12 fenols–, relacionades amb l'exposició a plàstics, en mostres d'orina de 20 persones rellevants en àmbits com la ciència, l'esport, la cultura, la comunicació, l'ecologia i la salut, de Balears i Catalunya.

Compostos com el BPA i els ftalats es detecten habitualment en la majoria de la població a causa del seu ús generalitzat en les nostres societats [3,16]. Aquestes substàncies s'acumulen relativament poc en els greixos corporals; per tant, les concentracions en sèrum o en orina d'aquests productes químics i llurs metabòlits reflecteixen bé la "càrrega corporal", que és la quantitat total d'aquestes substàncies químiques que està present en el cos humà en un moment donat [3].

El present estudi es troba en la línia d'altres estudis que, amb la finalitat d'il·lustrar i comunicar l'exposició de les persones a diversos tipus i mesclades de substàncies, han analitzat les concentracions de diferents contaminants en mostres no representatives de la població [4]. En són exemples els següents:

- En 9 voluntaris de Nova York es va trobar un mínim de 77 contaminants químics en el mateix individu (de 210 contaminants analitzats); es van detectar fins a 106 compostos en una sola persona [17].
- En un estudi realitzat a membres de 13 famílies de 12 països europeus, es van trobar entre 18 i 39 substàncies en els participants (de 107 substàncies analitzades); la meitat dels individus tenia 28 o més compostos en el cos [18].
- En 155 voluntaris de 13 llocs del Regne Unit, el nombre més baix de substàncies trobades en qualsevol de les persones va ser 9, i el més alt, 49 (de 78 substàncies analitzades); la mediana del número de contaminants detectats va ser 27 [19].
- En una mostra puntual d'orina matinal de 125 nens voluntaris de València es van analitzar 15 plaguicides contemporanis; se'n van trobar en tots els nens; alguns plaguicides estaven presents en un 5% dels nens i d'altres en el 86% [20].
- En la campanya "The Organic Effect" es van analitzar les concentracions urinàries de pesticides en els 5 membres d'una mateixa família sueca abans i després de començar a fer una alimentació basada en aliments de producció ecològica. Diversos pesticides van disminuir o desaparèixer [21].
- En l'orina de 16 membres infantils i adults de quatre famílies d'Estats Units (158 mostres d'orina) es van analitzar les concentracions de diversos insecticides, herbicides i fungicides abans i després d'adoptar una dieta basada en aliments ecològics. En diversos contaminants es van observar disminucions de les concentracions superiors al 80% [22].
- En l'orina de 20 participants de cinc famílies de l'àrea de San Francisco (Estats Units) es van analitzar les concentracions de ftalats i BPA abans, durant i després d'adoptar durant 3 dies una dieta basada en aliments frescos que no estiguessin en

llaunes o envasats en plàstic. Les concentracions de diversos ftalats i de BPA van disminuir substancialment, arribant en algun cas a disminucions de més del 90 % [23].

El valor d'aquest tipus d'estudis, sovint basats en un número petit de voluntaris, és que *reflecteixen fets reals en persones reals*; tenen doncs un valor essencialment pedagògic, comunicatiu, sociocultural. Tanmateix, els resultats d'estudis en voluntaris no es poden extrapolar a cap població general. Per conèixer la magnitud i característiques de la contaminació humana en una població determinada cal fer un estudi en una mostra representativa de la corresponent població [4,24,25].

* * *

Quan vam dissenyar l'estudi no sabíem què sortiria, es clar, no sabíem quins resultats obtindríem. Ens van sorprendre els resultats? Sí i no. O potser és més exacte dir que no ens van sorprendre (perquè coneixem força bé el que ja hi ha en la literatura científica), però sí que ens van colpir: perquè estem i ens sentim propers a la realitat que els resultats fan palesa, a la realitat que els resultats objectiven. Com veurem, totes les persones participants excretaven nombrosos compostos potencialment tòxics relacionats amb els plàstics.

Al final d'aquest document comentem breument que *la consciència individual* sobre la presència en l'interior del cos (contaminació interna) de ftalats, fenols i altres substàncies químiques ambientals *és necessària i pot afavorir canvis* de conductes, tant individuals com familiars, en l'entorn laboral i educatiu, en les organitzacions i empreses, entre altres. Però també convé que recordem que, per prevenir en la majoria o la totalitat de la societat la contaminació interna, *els canvis individuals no són suficients, cal que apliquem mesures d'abast col·lectiu*: mesures legislatives, polítiques, econòmiques, socioculturals, empresarials. Com per exemple –de forma decisiva en la raó de ser i el propòsit d'aquest informe per la campanya de Rezero– la Llei 8/2019, de 19 de febrer, de residus i sòls contaminats de les Illes Balears [26]. Us proposem que aquest és el marc, el terreny i l'horitzó en el que hem de llegir i reflexionar sobre aquest modest estudi en 20 voluntaris: quines *polítiques públiques i privades d'abast col·lectiu* podem enfortir i desenvolupar que disminueixin amb eficiència la nostra contaminació interna per residus tòxics relacionats amb els plàstics?.

2. Metodologia

2.1. Obtenció de les mostres d'orina

Es va recollir una mostra de la primera orina del dia (mostra puntual matinal) de cadascun dels 20 participants, 8 dones i 12 homes d'edats compreses entre els 22 i els 74 anys. Totes les mostres es van recollir durant els mesos de febrer a maig (majoritàriament durant el mes d'abril) de l'any 2019, i van ser emmagatzemades a les instal·lacions de l'IMIM en congeladors a -80°C. Entre el moment de la recollida i l'entrega a l'IMIM les mostres es mantenen refrigerades (si l'entrega es produïda el mateix dia de la recollida) o congelades.

2.2. Compostos analitzats

El present estudi analitza les concentracions en orina de 27 compostos relacionats amb l'exposició a plàstics: 15 metabòlits ftalats (concretament, 13 metabòlits de 7 ftalats diferents i 2 metabòlits del plastificant DINCH) i 12 compostos fenòlics. Les anàlisis de laboratori es van realitzar per l'equip de la Dra. Cathrine Thomsen al *Norwegian Institute of Public Health*, a Oslo, Noruega.

Les concentracions dels metabòlits ftalats es van determinar mitjançant cromatografia de líquids d'alt rendiment amb espectrometria de masses en tàndem (HPLC-MS-MS, per les seves sigles en anglès). Les concentracions de fenols es van determinar mitjançant cromatografia de líquids d'ultra-alt rendiment amb espectrometria de masses en tàndem (UPLC-MS-MS) [27-29].

En la Taula 1 podem veure quins són els 15 metabòlits ftalats analitzats, incloent els seus respectius compostos parentals (dels quals deriven), i els respectius acrònims utilitzats per identificar-los.

En la Taula 2 es mostren els noms i els acrònims dels 12 compostos fenòlics analitzats.

Taula 1. Metabòlits de ftalats analitzats, compostos ftalats parentals i acrònims.

Ftalats parentals (acrònim)	Metabòlits ftalats	Acrònim
Dietil ftalat (DEP)	Monoetil ftalat	MEP
Di-iso-butil ftalat (DiBP)	Mono-iso-butil ftalat	MiBP
Di-n-butil ftalat (DnBP)	Mono-n-butil ftalat	MnBP
Butil benzil ftalat (BBzP)	Mono benzil ftalat	MBzP
Bis(2-etilhexil) ftalat (DEHP)	Mono-2-etilhexil ftalat	MEHP
	Mono-2-etil-5-hidroxihexil ftalat	MEHHP
	Mono-2-etil-5-oxohexil ftalat	MEOHP
	Mono-2-etil 5-carboxipentil ftalat	MECPP
	Mono-2-carboximetil hexil ftalat	MMCHP
Di-iso-nonil ftalat (DiNP)	Mono-4-metil-7-hidroxiocetil ftalat	oh-MiNP
	Mono-4-metil-7-oxooctil ftalat	oxo-MiNP
	Mono-4-metil-7-carboxiocetil ftalat	cx-MiNP
Bis(2-propilheptil) ftalat (DPHP)	6-Hidroxi Monopropilheptilftalat	oh-MPHP
Èster diisononílic de l'àcid 1,2-ciclohexà dicarboxílic (DINCH)	Àcid 2-(((Hidroxi-4-metiloctil)oxi) carbonil)ciclohexacarboxílic	oh-MINCH
	Àcid 2-(((4-Metil-7-oxioctil)oxi) carbonil)ciclohexacarboxílic	oxo-MINCH

Taula 2. Compostos fenòlics analitzats i acrònims.

Fenols	Acrònim
Metilparabè	MEPA
Etilparabè	ETPA
Propilparabè	PRPA
Butilparabè	BUPA
Bisfenol A	BPA
Bisfenol S	BPS
Bisfenol F	BPF
Bisfenol B	BPB
Bisfenol AF	BPAF
Oxibenzona	OXBE
Triclosan	TRCS
Triclocarban	TRCB

2.3. Límits de detecció i quantificació

El límit de detecció (LD) fa referència a aquella concentració per sobre de la qual la tècnica d'anàlisi química permet establir la presència del compost analitzat en una determinada mostra, mentre que el límit de quantificació (LQ) fa referència a aquella concentració per sobre de la qual la tècnica d'anàlisi química permet determinar quantitativament amb exactitud i precisió quina és la concentració (en el nostre cas, en orina) del compost analitzat. La proporció de mostres que presenten concentracions entre el límit de detecció i el de quantificació és el percentatge de mostres detectades però no quantificades.

En la Taula 3 es mostren els límits pels 27 compostos analitzats en el present estudi.

Taula 3. Límit de detecció (LD) i límit de quantificació (LQ) (en ng/mL) pels metabòlits ftalats i pels compostos fenòlics analitzats en l'Institut Noruec de Salut Pública

Metabòlits ftalats	LD	LQ	Fenols	LD	LQ
MEP	0,20	0,50	MEPA	0,04	0,10
MiBP	0,20	0,50	ETPA	0,04	0,10
MnBP	0,20	0,50	PRPA	0,04	0,10
MBzP	0,07	0,20	BUPA	0,07	0,20
MEHP	0,20	0,50	BPA	0,04	0,10
MEHHP	0,20	0,50	BPS	0,10	0,40
MEOHP	0,20	0,50	BPF	0,07	0,20
MECPP	0,70	2,00	BPB	0,03	0,10
MMCHP	0,70	2,00	BPAF	0,02	0,05
oh-MiNP	0,10	0,25	OXBE	0,04	0,10
oxo-MiNP	0,10	0,25	TRCS	0,04	0,10
cx-MiNP	0,40	1,00	TRCB	0,04	0,10
oh-MPHP	0,07	0,20			
oh-MINCH	0,07	0,20			
oxo-MINCH	0,07	0,20			

Tècnicament, aquests límits de detecció i de quantificació són extraordinàriament bons. Van ser el principal motiu pel qual vam triar el laboratori de l'Institut Noruec de Salut Pública, un referent tècnic a nivell mundial.

En la valoració d'aquests percentatges així com en la de la totalitat dels resultats cal tenir sempre en compte que el nombre de participants és només de 20. També utilitzem la mediana per resumir alguns resultats; la mediana és aquell valor per sota i per sobre del qual hi ha aproximadament la meitat dels participants.

2.4. Ajust de les concentracions per gravetat específica (GE)

Per tal que les concentracions mesurades en els participants siguin comparables entre elles cal tenir en compte el grau de dilució de l'orina. La dilució de l'orina depèn de factors com la quantitat de menjar i beure que ha ingerit la persona abans d'obtenir la mostra. Hi ha diferents maneres de considerar aquest efecte, com per exemple mesurar les concentracions de creatinina en l'orina i ajustar per creatinina les concentracions del compost d'interès. En el nostre cas, per tal d'ajustar les concentracions, hem tingut en compte la mesura de gravetat específica (GE).

L'ajust de les concentracions per gravetat específica s'ha realitzat aplicant la següent fórmula [27]:

$$\text{Concentració ajustada per GE (ng/mL)} = \text{Concentració mesurada (ng/mL)} \times (\text{GE mitjana} - 1) / (\text{GE} - 1)$$

Els valors de GE en els 20 participants oscil·len entre 1,016 i 1,028, essent la mitjana de 1,023 (els valors de gravetat específica no tenen unitats).

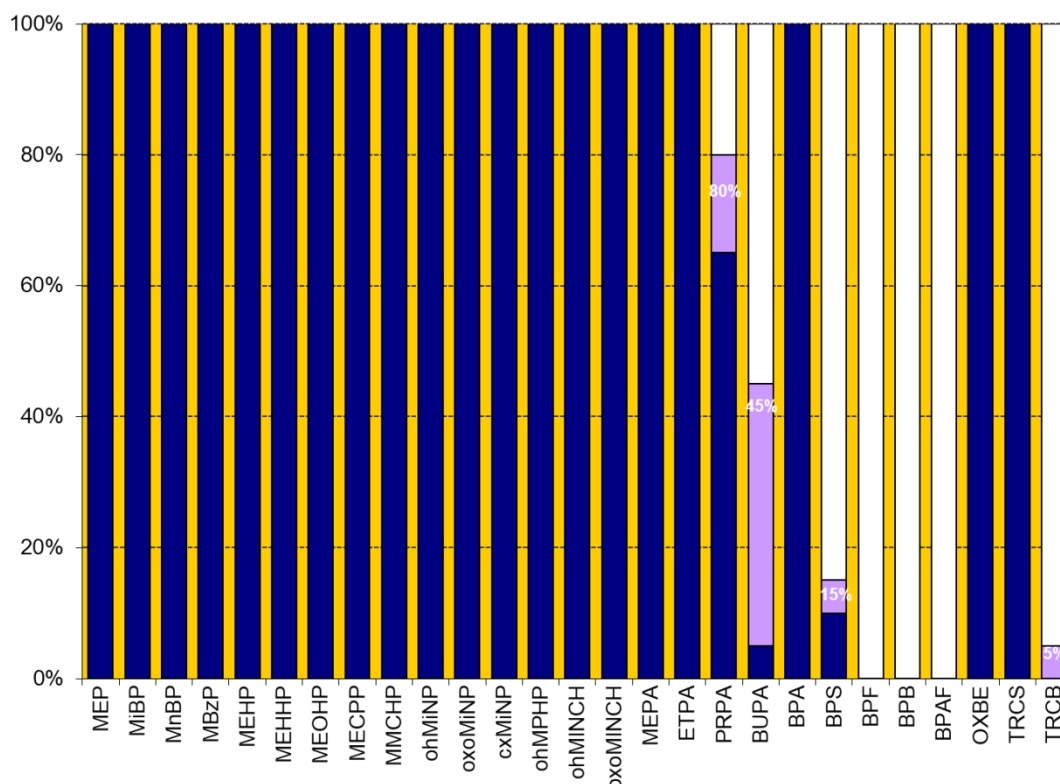
3. Resultats

3.1. Frequència de detecció i freqüència de quantificació dels ftalats i els compostos fenòlics

Les anàlisis de l'orina de les 20 persones (8 dones i 12 homes) participants de la campanya han buscat si en l'orina hi havia algun dels 15 metabòlits diferents de ftalats i del plastificant DINCH. En tots i cadascun dels 20 participants de l'estudi s'han detectat tots els 15 ftalats (Figura 1).

Cinc dels 12 fenols analitzats (metilparabè, etilparabè, bisfenol A, oxibenzona i triclosan) s'han detectat en tots i cadascun dels 20 participants, mentre que 3 dels compostos (els bisfenols F, B i AF) no s'han detectat en cap dels 20 participants. Els altres 4 fenols s'han detectat en alguns però no en tots els participants (Figura 1).

Figura 1. Percentatges de detecció i quantificació dels 15 ftalats i dels 12 compostos fenòlics analitzats en mostres d'orina dels 20 participants en l'estudi.



Blau marí: Percentatge de mostres d'orina en les que el compost va ser detectat i quantificat.

Violeta: Percentatge de mostres d'orina en les que el compost va ser detectat però no quantificat.

Blanc: Percentatge de mostres d'orina en les que el compost no va ser detectat.

Les quatre xifres mostrades dins de les barres es refereixen al percentatge de detecció.

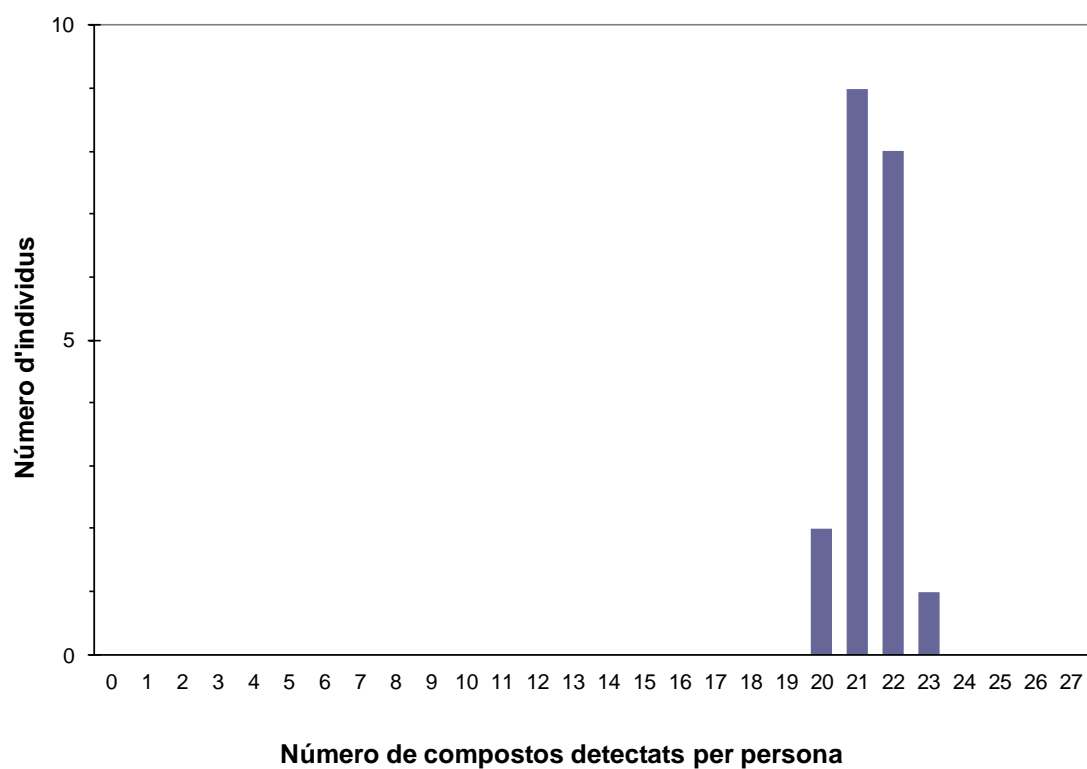
En els compostos pels quals no s'indica cap xifra i la barra és de color blau marí, el percentatge de quantificació és del 100%. En els compostos pels quals no s'indica cap xifra i la barra és de color blanc, el percentatge de detecció és del 0%.

3.2. Nombre de compostos detectats per persona

En la Figura 2 es mostra com es distribueix el nombre de compostos detectats per individu en els 20 participants de l'estudi: veiem que **el nombre de compostos detectats per individu oscil·la entre 20 i 23 compostos dels 27 analitzats**. És a dir, en tots els participants es van detectar 20 compostos o més; i en cap participant es van detectar tots els 27.

De mitjana cada individu presentava 21,3 compostos (mediana: 21 compostos).

Figura 2. Distribució del nombre de compostos detectats per persona.



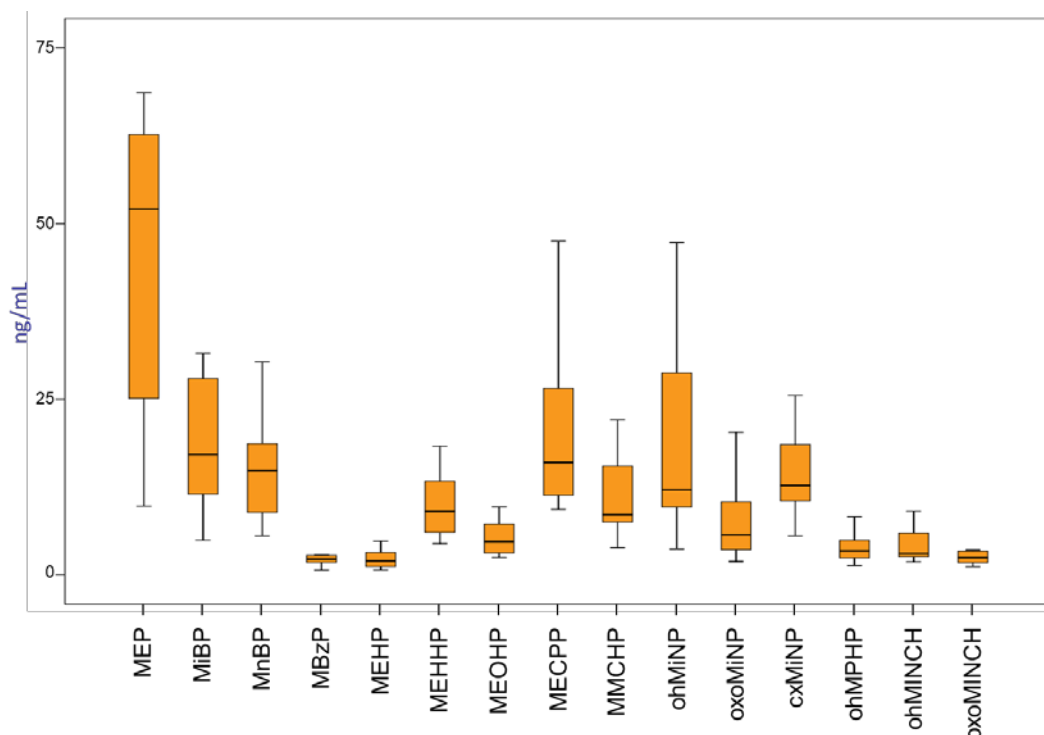
No es van observar diferències entre dones i homes en el nombre de compostos detectats per persona.

3.3. Concentracions en orina

El ftalat amb les concentracions (com sempre, ajustades per gravetat específica) més altes va ser el monoetil ftalat (MEP); en els 20 participants la mediana va ser 52,08 ng/mL.

Els ftalats que es van trobar en les següents concentracions més elevades van ser el MiBP (mediana: 17,12 ng/mL), el MECPP (mediana: 15,99 ng/mL) i el MnBP (mediana: 14,84 ng/mL). El ftalat amb les concentracions més baixes va ser el mono-2-etilhexil ftalat (MEHP) (mediana: 1,97 ng/mL) (Figura 4 i Taula 4).

Figura 4. Concentracions dels 15 metabòlits ftalats (en ng/mL, ajustades per gravetat específica)

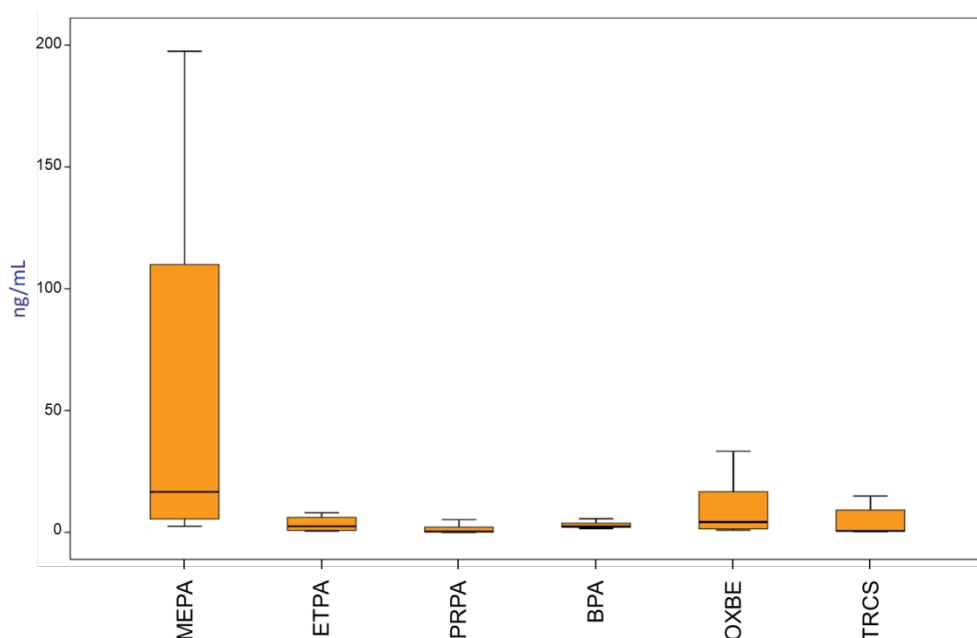


El 'diagrama de caixa' és un gràfic que permet visualitzar un conjunt de dades, en aquest cas les concentracions en orina de ftalats, basat en quartils. El marge inferior de la caixa representa el quartil 1 (percentil 25 [P25] o el 25% dels valors), i el marge superior, el quartil 3 (percentil 75 [P75] o el 75% dels valors). La línia gruixuda horitzontal dins la caixa indica el valor de la mediana o percentil 50 [P50]. Els extrems de les línies verticals representen els valors mínims i màxims de les dades, a menys que existeixin valors extrems atípics ('outliers'); en aquest cas els extrems de les línies corresponen a 1,5 vegades el rang interquartílic. A la figura no es mostren els valors 'outliers'.

Dels 6 compostos fenòlics més freqüentment detectats, el fenol amb les concentracions més altes va ser el metilparabè (MEPA); en els 20 participants la mediana va ser 16,59 ng/mL.

Els fenols que es van trobar en les següents concentracions més elevades van ser l'oxibenzona (OXBE) (mediana: 4,24 ng/mL), l'etilparabè (ETPA) (mediana: 2,49 ng/mL) i el bisfenol A (BPA) (mediana: 2,39 ng/mL). El fenol amb les concentracions detectades més baixes va ser el propilparabè (PRPA) (mediana: 0,37 ng/mL) (Figura 5 i Taula 5). Com ja hem comentat, els bisfenols F, B i AF no es van detectar en cap dels 20 participants.

Figura 5. Concentracions dels 6 compostos fenòlics detectats en >80% dels participants (en ng/mL, ajustats per gravetat específica).



La majoria dels ftalats i fenols analitzats presentava concentracions força més baixes en la majoria de participants que en un nombre reduït d'ells; una minoria tenia concentracions més elevades d'alguns compostos; no sempre eren les mateixes persones les que tenien concentracions baixes o elevades. L'Annex mostra un exemple dels resultats obtinguts en un dels 20 voluntaris, en el format en què se'ls comunicava personalment a cadascun d'ells.

Taula 4. Concentracions dels 15 metabòlits de ftalats (en ng/mL, ajustades per GE) en les 20 persones voluntàries que van participar en l'estudi.

	MEP	MiBP	MnBP	MBzP	MEHP
Detecció i quantificació (%)	100	100	100	100	100
Mediana	52,08	17,12	14,84	2,22	1,97
Mitjana	69,92	87,84	15,31	3,37	3,03
Desviació estàndard	73,87	296,42	8,27	3,37	3,69
Mitjana geomètrica	47,06	21,18	13,43	2,55	2,07
Percentil 25	23,26	11,23	8,54	1,71	1,13
Percentil 75	62,69	29,33	18,71	2,83	3,37
Percentil 95	251,61	1281,26	37,20	15,32	16,52
Mínim	9,78	4,93	5,54	0,67	0,67
Màxim	252,09	1345,06	37,56	15,76	16,99

	MEHHP	MEOHP	MECPP	MMCHP	ohMiNP
Detecció i quantificació (%)	100	100	100	100	100
Mediana	9,04	4,73	15,99	8,58	12,10
Mitjana	13,67	6,75	22,15	11,42	26,27
Desviació estàndard	12,50	5,61	14,79	6,89	34,56
Mitjana geomètrica	10,39	5,29	18,71	9,99	16,18
Percentil 25	6,04	3,06	11,21	7,48	9,59
Percentil 75	13,73	7,31	27,01	15,84	30,47
Percentil 95	48,12	20,31	59,32	32,41	141,33
Mínim	4,44	2,48	9,34	3,84	3,67
Màxim	48,62	20,35	59,69	32,95	143,77

	oxoMiNP	cxMiNP	ohMPHP	ohMINCH	oxoMINCH
Detecció i quantificació (%)	100	100	100	100	100
Mediana	5,69	12,72	3,43	3,03	2,45
Mitjana	12,93	20,57	3,96	5,21	3,13
Desviació estàndard	19,74	19,83	2,02	5,45	2,22
Mitjana geomètrica	6,93	15,47	3,51	3,97	2,64
Percentil 25	3,53	10,39	2,23	2,58	1,74
Percentil 75	11,34	20,11	4,99	6,34	3,38
Percentil 95	75,89	71,09	8,25	24,97	9,74
Mínim	1,89	5,53	1,29	1,85	1,14
Màxim	76,78	71,25	8,28	25,68	9,89

Taula 5. Concentracions dels 12 compostos fenòlics (en ng/mL, ajustades per GE) en les 20 persones.

	MEPA	ETPA	PRPA	BUPA	BPA	BPS
Detecció i quantificació						
Detectats (%)	100	100	80	45	100	15
Detectats i quantificats (%)	100	100	65	5	100	10
Detectats i no quantificats (%)	0	0	15	40	0	5
No detectats (%)	0	0	20	55	0	85
Mediana	16,59	2,49	0,37	<LD	2,39	<LD
Mitjana	62,74	13,17	3,19	-	3,33	-
Desviació estàndard	85,75	33,65	9,11	-	2,01	-
Mitjana geomètrica	20,94	2,94	0,39	<LD	2,92	<LD
Percentil 25	4,99	0,75	<LQ	<LD	2,08	<LD
Percentil 75	127,61	6,91	2,39	<LQ	4,01	<LD
Percentil 95	270,04	143,79	39,42	0,38	8,34	1,93
Mínim	2,46	0,46	<LD	<LD	1,59	<LD
Màxim	273,86	149,01	41,22	0,39	8,39	2,00
	BPF	BPB	BPAF	OXBE	TRCS	TRCB
Detecció i quantificació						
Detectats (%)	0	0	0	100	100	5
Detectats i quantificats (%)	0	0	0	100	100	0
Detectats i no quantificats (%)	0	0	0	0	0	5
No detectats (%)	100	100	100	0	0	95
Mediana	n.a.	n.a.	n.a.	4,24	0,63	<LD
Mitjana	n.a.	n.a.	n.a.	23,61	87,11	-
Desviació estàndard	n.a.	n.a.	n.a.	60,52	231,87	-
Mitjana geomètrica	n.a.	n.a.	n.a.	5,60	2,27	<LD
Percentil 25	n.a.	n.a.	n.a.	1,42	0,39	<LD
Percentil 75	n.a.	n.a.	n.a.	16,96	12,03	<LD
Percentil 95	n.a.	n.a.	n.a.	263,05	926,03	<LQ
Mínim	n.a.	n.a.	n.a.	0,88	0,17	<LD
Màxim	n.a.	n.a.	n.a.	274,18	949,61	<LQ

LD: límit de detecció. LQ: límit de quantificació.

n.a.: no aplicable.

No es van observar diferències remarcables entre dones i homes ni en les concentracions dels 15 metabòlits ftalats ni en les dels 12 compostos fenòlics.

4. Discussió

En tots i cadascun dels 20 participants de l'estudi s'han detectat tots els 15 metabòlits ftalats analitzats. Cinc dels 12 fenols analitzats s'han detectat en tots i cadascun dels 20 participants, mentre que 3 dels fenols no s'han detectat en cap dels 20 participants. Els altres 4 fenols s'han detectat en alguns però no en tots els participants. Els resultats il·lustren el fet que la presència de residus plàstics en el cos humà és freqüent. Aquesta realitat és coneguda en bona mesura gràcies a diversos estudis científics realitzats en algunes regions del món en mostres representatives de les corresponents poblacions [2,30- 36].

Les 20 persones estudiades són un grup de tamany reduït i no representatiu de la població general (per exemple, pel que fa a variables com l'edat i el sexe). Com ja hem comentat en la Introducció, el valor d'aquest tipus d'estudis basats en un número petit de voluntaris és que reflecteixen fets reals en persones reals; tenen doncs un valor essencialment pedagògic, comunicatiu, sociocultural; però els seus resultats no es poden extrapolar a cap població general.

També cal tenir en compte que en cada persona participant s'ha analitzat una única mostra d'orina (puntual, de primera hora del dia). En les mostres puntuals d'orina (*spot samples*) les concentracions de nombroses substàncies canvien molt al llarg del dia i dels dies [28-29,37- 41]. Així, doncs, probablement les anàlisis de mostres d'orina dels participants recollides en altres dies mostrarien concentracions diferents. Les concentracions en mostres d'orina de 24 hores són més estables, però són més incòmodes de recollir pels participants; així, acostumen a disminuir la participació en els estudis i, per tant, la seva validesa externa o representativitat.

La majoria dels compostos analitzats presentava concentracions força més baixes en la majoria de participants que en un nombre reduït d'ells; una minoria tenia concentracions més elevades d'alguns compostos; no sempre eren les mateixes persones les que tenien concentracions baixes o elevades d'uns o altres compostos.

En les diferents parts de les **Taules 6 i 7 presentem les concentracions de ftalats i compostos fenòlics detectades en sis estudis de referència** [30-36]. En la Taula 8 resumim les principals característiques d'aquests estudis, trets que convé tenir en compte en valorar les concentracions que hem trobat en els 20 voluntaris.

Pel compost mono-2-carboximetil hexil ftalat (MMCHP) el valor màxim de referència que hem considerat és de 41,3 ng/mL, el qual correspon al percentil 95 (P95) d'un estudi realitzat l'any 2005 a 27 dones i 23 homes de Munich i el seu entorn (Alemanya) [39].

Per tal de tenir una possible referència dels valors detectats a Espanya, en la Taula 9 presentem les concentracions d'alguns dels ftalats i fenols analitzats que es van detectar en un estudi realitzat a Espanya l'any 2011 en mostres d'orina de dones embarassades (3er trimestre) [42].

Finalment i breument: la consciència individual sobre la presència en l'interior del cos (contaminació interna) de ftalats, fenols i altres substàncies químiques ambientals és necessària i pot afavorir canvis de conductes. Però des de fa dècades, nombroses experiències en els camps de l'economia, l'educació, el medi ambient, l'urbanisme o la salut pública demostren que els canvis individuals són insuficients i limitats. En primer lloc, perquè molts individus no poden o volen fer-los [43]. I en segon lloc, perquè els fenòmens són sovint invisibles o complexos i no estan a l'abast de l'acció individual, fins i tot quan hi ha certa voluntat i certs recursos. Està demostrat que per prevenir la contaminació interna les mesures més eficaces són les mesures d'abast col·lectiu: legislatives, polítiques, econòmiques, socioculturals, empresarials [4]. El present estudi dóna suport i raó als ciutadans, institucions, organitzacions i empreses (públiques i privades) que ja treballen per desenvolupar aquestes mesures, polítiques i serveis.

Taula 6. Concentracions de ftalats detectades en sis estudis de referència (en µg/L = ng/mL) [30-36].

Compost	Estudi Rezero IMIM 2019	Estats Units 2015-2016	Estats Units 2009-2010	Canadà 2007-2009	Alemanya 2015	Alemanya 2009	Bèlgica 2013
MEP (BE = 18.000)							
Mediana	52,08	24,3	45,1	52,9	13,5	37,5	34,3
Mitjana geomètrica	47,06	28,7	52,1	60,8			37,6
Percentil 75	62,69	66,1	127,0	155,0			88,5
Percentil 95	251,61	339,0	768,0	963,6	71,2	317	292,1
Màxim	252,09				468,0	1160,0	1904,0
MiBP							
Mediana	17,12	8,60	6,92		9,8	19,7	24,3
Mitjana geomètrica	21,18	7,60	6,34				26,2
Percentil 75	29,33	14,7	12,9				45,9
Percentil 95	1281,26	40,5	29,6		33,4	79,4	154,4
Màxim	1345,06				670	132	608,4
MnBP (BE = 200)							
Mediana	14,84	9,80	14,1	20,7			33,3
Mitjana geomètrica	13,43	9,05	13,0	20,5			31,3
Percentil 75	18,71	18,3	26,6	41,6			63,1
Percentil 95	37,20	41,6	67,5	103,3			145,9
Màxim	37,56						235,6
MBzP (BE = 3.800)							
Mediana	2,22	4,20	6,31	9,1	1,2	3,2	5,5
Mitjana geomètrica	2,55	4,23	6,07	9,4			5,5
Percentil 75	2,83	9,90	14,7	23,1			10,3
Percentil 95	15,32	42,7	44,6	63,6	13,7	16,0	34,9
Màxim	15,76				134,0	37,7	126,5

BE, Biomonitoring equivalent (valor de referència o orientatiu).

[continua]

Taula 6. Continuació.

Compost	Estudi Rezero IMIM 2019	Estats Units 2015-2016	Estats Units 2009-2010	Canadà 2007-2009	Alemanya 2015	Alemanya 2009	Bèlgica 2013
MEHP							
Mediana	1,97	0,900	1,30	3,6	1,1	3,4	2,7
Mitjana geomètrica	2,07	n.c.	1,41	3,7			2,7
Percentil 75	3,37	1,90	3,04	7,3			4,1
Percentil 95	16,52	5,00	11,8	25,8	4,4	10,8	8,7
Màxim	16,99				14,6	33,1	20,0
MEHHP							
Mediana	9,04	5,30	12,3	19,4	4,2	8,8	9,0
Mitjana geomètrica	10,39	5,15	12,2	21,4			8,6
Percentil 75	13,73	10,1	24,4	43,0			15,3
Percentil 95	48,12	24,8	104	180,3	17,9	34,8	36,7
Màxim	48,62				62,9	244	113,0
MEOHP							
Mediana	4,73	3,50	7,55	12,0	3,2	5,1	5,9
Mitjana geomètrica	5,29	3,30	7,59	12,8			5,8
Percentil 75	7,31	6,50	15,7	25,0			11,2
Percentil 95	20,31	16,6	55,7	115,7	10,7	17,5	27,4
Màxim	20,35				41,1	101	94,7
MECPP							
Mediana	15,99	8,40	19,3		3,8	8,9	
Mitjana geomètrica	18,71	8,07	19,6				
Percentil 75	27,01	15,5	39,3				
Percentil 95	59,32	39,3	120		14,0	38,8	
Màxim	59,69				49,9	121	

n.c.: no calculat (la proporció de resultats per sota del límit de detecció fou massa alta per obtenir un resultat vàlid).

MEHP + MEHHP + MEOHP: BE = 260.

MEHHP + MEOHP: HBM-I = 300 en dones en edat reproductiva, 750 en homes.

HBM-I: Human biomonitoring value (valor de referència o orientatiu).

[continua]

Taula 6. Continuació.

Compost	Estudi Rezero IMIM 2019	Alemanya 2015	Alemanya 2009
ohMiNP			
Mediana	12,10	2,4	2,4
Mitjana geomètrica	16,18		
Percentil 75	30,47		
Percentil 95	141,33	15,3	12,2
Màxim	143,77	23,3	39,1
oxoMiNP			
Mediana	5,69	0,9	1,2
Mitjana geomètrica	6,93		
Percentil 25	3,53		
Percentil 75	11,34		
Percentil 95	75,89	4,7	7,9
Màxim	76,78	18,4	21,0
cxMiNP			
Mediana	12,72	2,0	2,8
Mitjana geomètrica	15,47		
Percentil 75	20,11		
Percentil 95	71,09	12,5	11,9
Màxim	71,25	57,0	7,3

ohMiNP + oxoMiNP + cxMiNP: BE = 1.800.

Compost	Estudi Rezero IMIM 2019	Alemanya 2015	Alemanya 2009
ohMPPH			
Mediana	3,43	0,8	0,7
Mitjana geomètrica	3,51		
Percentil 75	4,99		
Percentil 95	8,25	3,4	2,4
Màxim	8,28	5,2	18,3

Taula 7. Concentracions de compostos fenòlics detectades en sis estudis de referència (en µg/L = ng/mL) [30-36].

Compost	Estudi Rezero IMIM 2019	Estats Units 2013-2014	Estats Units 2009-2010	Canadà 2014-2015	Alemanya 2012	Alemanya 2009	Bèlgica 2013
MEPA							
Mediana	16,59	32,5	41,3		42,6	32,1	16,1
Mitjana geomètrica	20,94	37,9	43,5	16-21			19,0
Percentil 75	127,61	123	150				75,2
Percentil 95	270,04	573	757	390-680	252	324	462,6
Màxim	273,86				808	988	7576,0
ETPA							
Mediana	2,49	<LD	1,10	<LD	1,0	1,8	1,7
Mitjana geomètrica	2,94		n.c.				2,1
Percentil 75	6,91	5,20	6,50				6,5
Percentil 95	143,79	68,5	78,7	78-98	67,3	39,5	67,7
Màxim	149,01				175	77,6	887,3
PRPA							
Mediana	0,37	3,40	4,40				1,2
Mitjana geomètrica	0,39	4,46	5,34				1,5
Percentil 75	2,39	23,8	35,6				9,3
Percentil 95	39,42	202	235				78,8
Màxim	41,22						692,1
BUPA							
Mediana	<LD	<LD	<LD	<LD			<LD
Mitjana geomètrica	<LD	n.c.	n.c.				
Percentil 75	<LQ*	0,200	0,700				0,9
Percentil 95	0,38	3,20	17,7				8,0
Màxim	0,39						80,6

n.c.: no calculat (la proporció de resultats per sota del límit de detecció fou massa alta per obtenir un resultat vàlid).

[continua]

Taula 7. Continuació.

Compost	Estudi Rezero IMIM 2019	Estats Units 2013-2014	Estats Units 2009-2010	Canadà 2014-2015
BPA				
Mediana	2,39	1,30	1,70	0,94-1,2
Mitjana geomètrica	2,92	1,22	1,73	0,86-1,1
Percentil 75	4,01	2,40	3,40	
Percentil 95	8,34	7,40	9,20	4,2-7,4
Màxim	8,39			
BPS				
Mediana	<LD*	0,400	—	
Mitjana geomètrica	<LD	0,383		
Percentil 75	<LD	0,800		
Percentil 95	1,93	3,00		
Màxim	2,00			
BPF				
Mediana	n.a.	0,400	—	
Mitjana geomètrica	n.a.	0,581		
Percentil 75	n.a.	1,30		
Percentil 95	n.a.	12,4		
Màxim	n.a.			

n.a.: no aplicable (100% de les mostres <LD, LD pel BPF= 0.07 ng/mL).

* LD pel BPS = 0.10 ng/mL.

[continua]

Taula 7. Continuació.

Compost	Estudi Rezero IMIM 2019	Estats Units 2013-2014	Estats Units 2009-2010	Canadà 2009-2013	Bèlgica 2013
OXBE					
Mediana	4,24	24,9	21,1		1,3
Mitjana geomètrica	5,60	29,7	26,1		1,3
Percentil 75	16,96	108,0	94,9		3,7
Percentil 95	263,05	1470,0	2130,0		32,2
Màxim	274,18				662,8
TRCS					
Mediana	0,63	6,40	10,5		
Mitjana geomètrica	2,27	10,0	14,0	16	
Percentil 75	12,03	34,7	51,7		
Percentil 95	926,03	350	431		
Màxim	949,61				
TRCB					
Mediana	<LD	<LD			
Mitjana geomètrica	<LD	n.c.			
Percentil 75	<LD**	0,2			
Percentil 95	<LQ**	14,8			
Màxim	<LQ				

n.c.: no calculat (la proporció de resultats per sota del límit de detecció fou massa alta per obtenir un resultat vàlid).

OXBE: Oxibenzona; també rep el nom de benzofenona-3 (BP3).

* LD pel BUPA = 0.20 ng/mL.

** LD pel TRCB = 0.04 ng/mL; LQ pel TRCB = 0.10.

Taula 8. Principals característiques dels estudis de referència considerats en les taules 6 i 7 per les comparacions de les concentracions de ftalats i fenols amb les del present informe [30-36].

Característiques	Estudi Rezero IMIM	Estats Units	Canadà	Alemanya	Bèlgica
Tipus d'estudi	Transversal	Transversal	Transversal	Transversal	Transversal
Localització	Catalunya i Balears	Estats Units	Canadà	Universitat de Münster (Alemanya)	Lieja i entorn (Bèlgica)
Períodes d'estudi	2019	2015-2016 2013-2014 2009-2010	2014-2015 2009-2013 2007-2009	2015 2012 2009	2013
Número de participants	20	862 988 1206	1034 4144 1208	60 (cada període)	261
Població d'estudi	Voluntaris, referents en diversos àmbits	Població general / blancs no-hispànics	Població general	Estudiants	Població general
Edat (anys)	22-74	≥6	20-79 20-49	20-29	1-85
Tipus de mostra biològica	Orina, mostra puntual	Orina, mostra puntual	Orina, mostra puntual	Orina de 24 hores	Orina, mostra puntual

Taula 9. Concentracions (en ng/mL) de ftalats i compostos fenòlics detectades en un estudi realitzat a Espanya en dones embarassades [42].*

Ftalats	Mediana**	Fenols	Mediana**
MEP	324,0	MEPA	191,0
MiBP	29,9	ETPA	8,8
MnBP	27,5	PRPA	29,8
MBzP	10,5	BUPA	2,4
MEHP	4,4	BPA	2,2
MEHHP	17,3	OXBE	3,4
MEOHP	15,7	TRCS	6,1
MECPP	32,2		

* El número de dones estudiades va ser 120. Les mostres d'orina es van recollir en els anys 2004-2008.

** La mediana o percentil 50 (P50) és aquell valor per sota i per sobre del qual hi ha aproximadament la meitat dels participants. L'article [42] no publica els altres indicadors (P75, P95, valors màxim i mitjana geomètrica).

5. Conclusions

1. En tots i cadascun dels 20 participants de l'estudi s'han detectat tots els 15 metabòlits de ftalats i del plastificant DINCH analitzats.
2. Cinc dels 12 fenols analitzats s'han detectat en tots i cadascun dels 20 participants, mentre que 3 dels fenols no s'han detectat en cap dels 20 participants. Els altres 4 fenols s'han detectat en alguns però no en tots els participants. Entre els fenols detectats en tots els voluntaris hi ha el metilparabè i el Bisfenol A (BPA).
3. El nombre de compostos detectats per individu ha oscil·lat entre un mínim de 20 i un màxim de 23 compostos. La mitjana de compostos detectats per individu va ser 21,3.
4. El ftalat amb les concentracions més altes va ser el monoetil ftalat (MEP). El fenol amb les concentracions més altes va ser el metilparabè (MEPA). Les concentracions dels 27 compostos es troben dins els intervals habituals observats en estudis basats en mostres representatives de les corresponents poblacions.
5. Els resultats il·lustren el fet que la presència de residus plàstics en el cos humà és freqüent. Aquesta realitat és coneguda en bona mesura gràcies a diversos estudis científics, tot i que el nombre d'aquests és encara molt reduït a Espanya i altres regions d'Europa i de la resta del món.
6. L'estudi té un valor pedagògic i social. Com que es basa en una mostra de 20 voluntaris, els seus resultats no es poden extrapolar a cap població general. Seguint la legislació estatal i internacional, i en base als coneixements científics existents, cal que les Comunitats Autònomes realitzin estudis en mostres representatives de les seves poblacions per tal de conèixer la magnitud, característiques i evolució de la contaminació interna per ftalats, fenols i altres substàncies químiques ambientals. També cal continuar fent recerca sobre els efectes que aquests contaminants tenen en la salut de les persones i els altres éssers vius.

6. Epíleg

Hores d'ara ja a totes i tots ens venen a la ment imatges inquietants de mars, platges, valls i rius empudegats de plàstics i escombraries. També ens neguitegen –o ens deixen indiferents, o perplexos– visions de peixos petits i grans, tortugues, ocells i altres éssers vius atrapats o ofegats en plàstic. Xarxes, ampolles, envasos i embalatges de tota mena. Microplàstics i microdisbarats. Grans disbarats. Éssers vius. Quines imatges venen a la teva ment? Venen de dins teu o de fora? De dins i de fora, es clar.

Què estrany que sovint pensem que res de tot això –tanta porqueria– no ens afecta endins, que tot queda enfora. Estrany?

La ment i la seva amiga ocasional, la consciència. Sabem prou que la ment i la consciència no bateguen pas sota el control exclusiu del cervell i la raó sinó que ho fan també sota l'influx del cor, l'estómac i altres vísceres; de les emocions, la psicologia i la cultura humanes. De la ètica. I sota la potent influència de l'economia i els poders financers, industrials, mediàtics, polítics [4,44].

La vida pràctica de cada dia. Cal viure-la. Cal viure, ben segur. Omplir la nevera, la panxa. Ser pràctics, viure la vida. I molt més: gaudir-ne. Amb responsabilitat, plenitud, sentit. És compatible, és possible, és necessari. Un deure i un plaer. Interessar-nos pels temes que tractem en aquest informe, fer-los nostres, cadascú a la seva manera; canviar el que puguem, i millorar la nostra qualitat de vida [4].

No és doncs gaire estrany que sovint pensem que res de tot allò –plàstics i residus tòxics de tota mena– no ens afecta endins. És natural que evitem pensar-hi: els diners que tenim, la psicologia i la cultura humanes, els mitjans de (in)comunicació, les incerteses, l'economia, els poders mundans. El cansament, la mandra, les pors, les distraccions. La inacció política: el menyspreu per les polítiques eficaces, disponibles, factibles [4,44-47].

Però tot allò –la (in)acció davant tants residus– ens afecta, endins; i tant que ens afecta. Tant residu plàstic: (mal)vivim i morim en el paroxisme del plàstic. “Tots pixem plàstics”, en l'encertada admonició –i constatació fàctica– del gran Nicolás Olea. Cada dia estem exposats a residus plàstics, tòxics per a la nostra salut; els ingerim, bevem, inhalem, toquem; els absorbim; ens contaminen; i, si tot va bé, els excretem. Residus plàstics i d'altres menes, tòxics per la nostra salut, la dels altres éssers vius i la del

medi ambient dins el qual vivim i som. L'exposició i la contaminació són quotidianes, contínues. És l'explicació racional de que en l'orina de tots constantment trobem tants residus. La ment, el cor, la consciència.

L'explicació racional de que en l'orina de tots constantment trobem tants residus –en quantitats, a concentracions força variables– és que l'exposició i la contaminació són contínues. Durant segles no fou així, avui sí. Ser humans avui. Un preu acceptable pel progrés de que gaudim? No, no és un preu acceptable per moltes persones: malalties i familiars, amics. Una factura l'import de la qual és factible disminuir? Sí, és factible, hi ha nombrosos exemples.

Sí, paguem un preu ben alt. Paguem una factura que té almenys cinc capítols onerosos. 1) El dels trastorns, malalties, incapacitats i morts. 2) L'ambiental (potser el més visible, malgrat tot). 3) Paguem una enorme factura econòmica (diagnosticar i tractar malalties, danys ambientals i físics, materials). 4) Paguem una immensa factura de sofriment. I 5) paguem una factura moral.

Va, no exagerem: només son costos materials i immaterials *ingents* [8,15]. Com ho veus?

Tots els capítols de la factura els podem reduir i els hem de reduir. És el nostre interès i el nostre deure. Per nosaltres i pels que vénen darrera. És obligatori (moralment); és necessari (materialment i culturalment); i és possible.

Podem viure amb menys plàstic i viure millor. Gaudir de la vida millor, amb més respecte per nosaltres i la natura, amb més sentit. Podem prendre més consciència de la nostra contaminació (interna i externa) per residus plàstics i d'altres; i actuar i guanyar qualitat de vida, benestar social, salut i felicitat (individuals i col·lectives). I coherència.

Desenvolupar la Llei [26], aplicar-la, fer-la nostra: és vital. Complir la llei amb naturalitat, fins que quasi oblidem que existeix. Fins que quasi no recordem els dies en que fèiem tants disbarats i ens sembli impossible tanta insensatesa, allà lluny en el passat, d'aquí a quatre dies.

Barcelona,
setembre de 2019

7. Annex. Exemple de resultats reals en un dels 20 voluntaris

Nom:

Data de recollida de la mostra: 30 abril 2019

Compost	Concentració detectada	Valor màxim de referència ¹
Ftalats		
MEP	21,14	292,1
MiBP	7,84	154,4
MnBP	11,98	145,9
MBzP	2,58	34,9
MEHP	4,81	8,7
MEHHP	38,50	36,7
MEOHP	16,95	27,4
MECPP	47,53	39,3
MMCHP	22,05	41,3
oh-MiNP	14,62	15,3
oxo-MiNP	3,68	4,7
cx-MiNP	10,24	12,5
oh-MPHP	7,75	3,4
oh-MINCH	3,88	
oxo-MINCH	3,37	
Fenols		
MEPA	6,62	462,6
ETPA	4,64	67,7
PRPA	<0,10	78,8
BUPA	<0,07	8,0
BPA	2,07	7,40
BPS	<0,10	3,00
BPF	<0,07	12,4
BPB	<0,03	<0,03
BPAF	<0,02	<0,02
OXBE	1,15	32,2
TRCS	0,36	350
TRCB	<0,04	14,8

Concentracions en ng/mL ajustades per G.E. ('gravetat específica').

¹ Percentil 95 dels millors estudis disponibles. Vegeu les pàgines anteriors d'aquest document.

Les xifres amb el signe '<' a l'esquerra indiquen que la concentració en orina era menor que el corresponent límit de detecció o que el límit de quantificació (que és la xifra a la dreta del signe '<').

8. Bibliografia

1. European Environment Agency. *Late lessons from early warnings: Science, precaution, innovation*. EEA Report No 1/2013. Copenhagen: European Environment Agency; 2013. <http://www.eea.europa.eu/publications/late-lessons-2>.
2. Joas A, Schöpel M, David M, et al. Environmental health surveillance in a future European health information system. *Archives of Public Health*. 2018; 76: 27.
3. Gore AC, Chappell VA, Fenton SE, et al. EDC-2: The Endocrine Society's Second Scientific Statement on Endocrine-Disrupting Chemicals. *Endocrine Reviews*. 2015; 36: E1-E150. <https://academic.oup.com/edrv/article/36/6/E1/2354691>. Resum pels mateixos autors. Executive Summary to EDC-2: The Endocrine Society's Second Scientific Statement on Endocrine-Disrupting Chemicals. *Endocrine Reviews*. 2015; 36: 593-602. <https://academic.oup.com/edrv/article/36/6/593/2354738>
4. Porta M. *Vive más y mejor. Reduciendo tóxicos y contaminantes ambientales*. Barcelona: Grijalbo / Penguin Random House Mondadori, 2018. <https://www.megustaleer.com/libros/vive-ms-y-mejor/MES-083079>. Vegeu tant els continguts divulgatius com la bibliografia científica citada en aquest llibre.
5. Podeu cercar els termes que us interessin (com, per exemple, 'phthalates') a <https://cen.acs.org/index.html>.
6. <https://echa.europa.eu/es/home>; <https://www.epa.gov/environmental-topics>; <https://www.eea.europa.eu>; <https://www.atsdr.cdc.gov>; <http://www.swedishepa.se>; www.efsa.europa.eu; <https://www.umweltbundesamt.de>; <http://chm.pops.int/>; <https://www.foodpackagingforum.org/es/envasado-de-alimentos-y-salud/los-ftalatos>.
7. EDC-MixRisk. <https://edcmixrisk.ki.se/2019/03/26/press-release-health-risks-associated-with-mixtures-of-man-made-chemicals-are-underestimated/>; <https://edcmixrisk.ki.se/wp-content/uploads/sites/34/2019/03/Policy-Brief-EDC-MixRisk-PRINTED-190322.pdf>. European Parliament, Report for the Petitions Committee, "Endocrine Disruptors: from Scientific Evidence to Human Health Protection", [http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2019/608866/IPOL_STU\(2019\)608866_EN.pdf](http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2019/608866/IPOL_STU(2019)608866_EN.pdf). European Commission, Communication on Endocrine Disruptors, <http://ec.europa.eu/transparency/regdoc/rep/1/2018/EN/COM-2018-734-F1-EN-MAIN-PART-1.PDF>. Council of Environment Ministers, <https://video.consilium.europa.eu/en/webcast/5869bc6b-2240-4e0d-b9db-c0dbc5db9750>. EDC Free Europe, "Eight demands for a European EDC-Free strategy", <https://www.edc-free-europe.org/articles/position-papers/eight-demands-edc-strategy>
8. Trasande L, Zoeller RT, Hass U, et al. Estimating burden and disease costs of exposure to endocrine-disrupting chemicals in the European Union. *Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*. 2015; 100: 1245–1255.
9. Heindel JJ, Vom Saal FS, Blumberg B, et al. Parma consensus statement on metabolic disruptors. *Environmental Health*. 2015; 14: 54 i 2017; 16 (1):130. Lind L, Lind PM, Lejonklou MH, et al. Uppsala consensus statement on environmental contaminants and the global obesity epidemic. *Environmental Health Perspectives*. 2016; 124: A81-83.
10. Muncke J, Myers JP, Scheringer M, Porta M. Food packaging and migration of food contact materials. *Journal of Epidemiology & Community Health*. 2014; 68: 592-594. <http://dx.doi.org/10.1136/jech-2013-202593>.
11. National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. *Application of systematic review methods in an overall strategy for evaluating low-dose toxicity from endocrine active chemicals*. Washington, DC: The National Academies Press; 2017.
12. World Health Organization. *State of the science of endocrine disrupting chemicals - 2012. An assessment of the state of the science of endocrine disruptors prepared by a group of experts for the United Nations Environment Programme (UNEP) and WHO*. Geneva: WHO/UNEP; 2013.

13. Porta M, Vandenberg LN. There are good clinical, scientific, and social reasons to strengthen links between biomedical and environmental research. *Journal of Clinical Epidemiology*. 2019; 111: 124-126.
14. Zimmermann L, Dierkes G, Ternes TA, Völker C, Wagner M. Benchmarking the *in vitro* toxicity and chemical composition of plastic consumer products. *Environmental Science and Technology*. 2019 (Sept. 16). <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.est.9b02293>.
15. Legler J, Fletcher T, Govarts E, et al. Obesity, diabetes, and associated costs of exposure to endocrine-disrupting chemicals in the European Union. *Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*. 2015; 100: 1278–1288.
16. Haug LS, Sakhi AK, Casas M, et al. In-utero and childhood chemical exposome in six European mother-child cohorts. *Environment International*. 2018; 121 (Pt 1): 751-763. Casas M, Basagaña X, Sakhi AK, et al. Variability of urinary concentrations of non-persistent chemicals in pregnant women and school-aged children. *Environment International*. 2018; 121 (Pt 1): 561-573. Montazeri P, Thomsen C, Casas M, et al. Socioeconomic position and exposure to multiple environmental chemical contaminants in six European mother-child cohorts. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*. 2019; 222: 864-872. Agier L, Basagaña X, Maitre L, et al. Early-life exposome and lung function in children in Europe: an analysis of data from the longitudinal, population-based HELIX cohort. *The Lancet Planetary Health*. 2019; 3 (2): e81-e92. Tamayo-Uria I, Maitre L, Thomsen C, et al. The early-life exposome: Description and patterns in six European countries. *Environment International*. 2019; 123: 189-200. Lau CE, Siskos AP, Maitre L, et al. Determinants of the urinary and serum metabolome in children from six European populations. *BMC Medicine*. 2018; 16 (1): 202. Carvaillo JC, Barouki R, Coumoul X, Audouze K. Linking Bisphenol S to adverse outcome pathways using a combined text mining and systems biology approach. *Environmental Health Perspectives*. 2019; 127: 47005.
17. Weinhold B. Body of evidence. *Environmental Health Perspectives*. 2003; 111: A394-399.
18. Watson G. Generations X. *Results of WWF's European Family Biomonitoring Survey. WWF DetoX Campaign*. Brussels: World Wildlife Fund (WWF), 2005. www.panda.org/downloads/toxics/generationsx.pdf.
19. ContamiNation. *The results of WWF's national biomonitoring survey 2003*. Godalming, Surrey, UK: World Wildlife Fund (WWF), 2003. www.panda.org/downloads/toxics/biomonitoringresults.pdf.
20. Roca M, Miralles-Marco A, Ferré J, et al. Biomonitoring exposure assessment to contemporary pesticides in a school children population of Spain. *Environmental Research*. 2014; 131: 77-85.
21. Magnér J, Wallberg P, Sandberg J, et al. *Human exposure to pesticides from food. A pilot study*. Coop Sverige AB. Swedish Environmental Research Institute, 2015. https://www.coop.se/contentassets/dc9bd9f95773402997e4aca0c11b8274/coop-ekoeffekten_rapport_eng.pdf
22. Hyland C, Bradman A, Gerona R, et al. Organic diet intervention significantly reduces urinary pesticide levels in U.S. children and adults. *Environmental Research*. 2019; 171: 568-575.
23. Rudel RA, Gray JM, Engel CL, et al. Food packaging and bisphenol A and bis(2-ethylhexyl) phthalate exposure: findings from a dietary intervention. *Environmental Health Perspectives*. 2011; 119: 914-920.
24. Porta M, Puigdomènech E, Ballester F, et al. Monitoring concentrations of persistent organic pollutants in the general population: the international experience. *Environment International*. 2008; 34: 546-561.

25. Porta M, Kogevinas M, Zumeta E, et al. Concentraciones de compuestos tóxicos persistentes en la población española: el rompecabezas sin piezas y la protección de la salud pública. *Gaceta Sanitaria* 2002; 16: 257-266. <http://gacetasanitaria.org/es-pdf-S0213911102716713>.
26. Llei 8/2019, de 19 de febrer, de residus i sòls contaminats de les Illes Balears. <http://www.caib.es/eboibfront/pdf/ca/2019/23/1027913>. Butlletí Oficial de les Illes Balears, núm. 23, 21 de febrer de 2019, Fascicle 31, Sec. I., Pàg. 6039 i ss.
27. Sabaredzovic A, Sakhi AK, Brantsæter AL, Thomsen C. Determination of 12 urinary phthalate metabolites in Norwegian pregnant women by core-shell high performance liquid chromatography with on-line solid-phase extraction, column switching and tandem mass spectrometry. *Journal of Chromatography B*. 2015; 1002: 343-352.
28. Sakhi AK, Sabaredzovic A, Cequier E, Thomsen C. Phthalate metabolites in Norwegian mothers and children: Levels, diurnal variation and use of personal care products. *Science of the Total Environment*. 2017; 599-600: 1984-1992.
29. Sakhi AK, Sabaredzovic A, Papadopoulou E, et al. Levels, variability and determinants of environmental phenols in pairs of Norwegian mothers and children. *Environment International*. 2018; 114: 242-251.
30. Centers for Disease Control and Prevention (CDC). National Report on Human Exposure to Environmental Chemicals. <https://www.cdc.gov/exposurereport/index.html>.
31. Saravanabhavan G, Guay M, Langlois É, et al. Biomonitoring of phthalate metabolites in the Canadian population through the Canadian Health Measures Survey (2007-2009). *International Journal of Hygiene and Environmental Health*. 2013; 216: 652-661.
32. Health Canada. *Fourth Report on Human Biomonitoring of Environmental Chemicals in Canada: Results of the Canadian Health Measures Survey Cycle 4 (2014–2015)*. Ottawa: Minister of Health; 2017. <https://www.canada.ca/en/health-canada/services/environmental-workplace-health/environmental-contaminants/human-biomonitoring-environmental-chemicals.html>
33. Juric A, Singh K, Hu XF, Chan HM. Exposure to triclosan among the Canadian population: Results of the Canadian Health Measures Survey (2009-2013). *Environment International*. 2019; 123: 29-38.
34. Koch HM, Rütther M, Schütze A, et al. Phthalate metabolites in 24-h urine samples of the German Environmental Specimen Bank (ESB) from 1988 to 2015 and a comparison with US NHANES data from 1999 to 2012. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*. 2017; 220: 130-141.
35. Moos RK, Koch HM, Angerer J, et al. Parabens in 24 h urine samples of the German Environmental Specimen Bank from 1995 to 2012. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*. 2015; 218: 666-674.
36. Dewalque L, Pirard C, Charlier C. Measurement of urinary biomarkers of parabens, benzophenone-3, and phthalates in a Belgian population. *BioMed Research International*. 2014; 2014: 649314.
37. Baird DD, Saldana TM, Nepomnaschy PA, et al. Within-person variability in urinary phthalate metabolite concentrations: measurements from specimens after long-term frozen storage. *Journal of Exposure Science & Environmental Epidemiology*. 2010; 20: 169-175.
38. Pollack AZ, Perkins NJ, Sjaarda L, et al. Variability and exposure classification of urinary phenol and paraben metabolite concentrations in reproductive-aged women. *Environmental Research*. 2016; 151: 513-520.
39. Fromme H, Bolte G, Koch HM, et al. Occurrence and daily variation of phthalate metabolites in the urine of an adult population. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*. 2007; 210: 21-33.

40. Perrier F, Giorgis-Allemand L, Slama R, Philippat C. Within-subject pooling of biological samples to reduce exposure misclassification in biomarker-based studies. *Epidemiology* 2016; 27: 378–388.
41. Casas M, Basagaña X, Sakhi AK, et al. Variability of urinary concentrations of non-persistent chemicals in pregnant women and school-aged children. *Environment International* 2018; 121(Pt 1): 561–573.
42. Casas L, Fernández MF, Llop S, et al., INMA Project. Urinary concentrations of phthalates and phenols in a population of Spanish pregnant women and children. *Environment International*. 2011; 37: 858-866.
43. Barrett ES, Velez M, Qiu X, Chen SR. Reducing prenatal phthalate exposure through maternal dietary changes: results from a pilot study. *Maternal and Child Health Journal*. 2015; 19: 1936-1942.
44. Porta M, ed. *Los imaginarios colectivos, la salud pública y la vida. Para conversar desde las artes sobre nuestro bienestar en sociedad*. Madrid: Los libros de la Catarata, 2019. https://www.catarata.org/libro/los-imaginarios-colectivos-la-salud-publica-y-la-vida_95376/
45. Porta M. Persistent toxic substances: exposed individuals and exposed populations. *Journal of Epidemiology & Community Health* 2004; 58: 534–535. <https://bit.ly/2JvWNZg>.
46. Porta M. Emocions i raons per menjar ecològic. *Informatiu Especial de la Setmana BIO per l'Alimentació Ecològica* (octubre 2018): 9-11. http://setmanabio.cat/wp-content/uploads/2018/10/SetmanaBio2018_Edicio_Especial.pdf.
47. Porta M. Los tóxicos y tú: tanto que hacer. *El País*, 1 octubre 2018. https://elpais.com/elpais/2018/09/26/ciencia/1537954285_072375.html.