

Exposición a sustancias químicas en población adulta española:

BI  AMBIENT.ES

Un estudio de biomonitorización humana



AUTORES:

Argelia Castaño Calvo, Marta Esteban-López, Juan José Ramos, Beatriz Pérez-Gómez, Eva Calvo Bonacho, Miguel Motas Guzmán, Silvia Gómez, Susana Pedraza-Díaz y Ana I. Cañas.

Diseño de logo y material de comunicación: Juan Carlos Gutierrez Hidalgo y Javier Santamarina.

Diseño de ilustraciones en las infografías: Patricia Medina Romo.

BIOAMBIENT.ES ha sido financiado por el Ministerio de Medio Ambiente y el Instituto de Salud Carlos III a través de las encomiendas de gestión SEG 1251-07 y SEG 1112/10 para la “Investigación sobre la Presencia y Vigilancia de Contaminantes Orgánicos Persistentes y otras sustancias en humanos” Coordinador: Argelia Castaño Calvo.

NIPO pdf: 834220273

NIPO Epub: 834220247

Cita Sugerida: Argelia Castaño, Marta Esteban-López, Juan J. Ramos, Beatriz Pérez-Gómez, Eva Calvo, Miguel Motas, Silvia Gómez, Susana Pedraza-Díaz y Ana I. Cañas: Exposición a sustancias químicas en población adulta española: resultados de BIOAMBIENT.ES.

Palabras clave: Biomonitorización humana (BMH), biomarcadores, exposición ambiental, metales, ftalatos, retardantes de llama, PFAS, HAP, PCB, plaguicidas.



PRÓLOGO	5
1. Dr Cristobal Belda Iniesta. Instituto de Salud Carlos III.....	5
2. D ^a Marta Gómez Palenque. Ministerio para la Transición Ecológica Reto Demográfico, (MITERD).....	7
3. Dra Pilar Aparicio Azcárraga. Ministerio de Sanidad.....	9
INVESTIGADORES, TÉCNICOS Y PERSONAL SANITARIO PARTICIPANTE	11
RESUMEN	14
1. INTRODUCCIÓN	24
2. OBJETIVOS	27
3. DISEÑO DEL ESTUDIO	28
3.1 Población diana.....	28
3.2 Estrategia de muestreo	28
3.3 Distribución y tamaño muestral.....	29
3.4 Selección de sustancias de interés.	31
3.5 Cuestionario epidemiológico.....	32
3.6 Consideraciones éticas	32
4. TRABAJO DE CAMPO	37
5. ANÁLISIS QUÍMICO	39
6. ANÁLISIS DE DATOS	44
7. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	45
8. RESULTADOS: METALES Y ELEMENTOS TRAZA	48
8.1 Cadmio	48
8.2 Cobalto	55
8.3 Mercurio	60
8.4 Plomo.....	74
8.5 Selenio	81
8.6 Talio.....	85
9. RESULTADOS: COMPUESTOS ORGÁNICOS	91
9.1 Metabolitos hidroxilados de Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAP).....	91
9.2 Metabolitos de Ftalatos y de Hexamol [®] DINCH	107
9.3 Bifenilos Policlorados (PCB)	158
9.4 Plaguicidas organoclorados	166
9.5 Retardantes de llama bromados: polibromodifeniléteres y retardantes emergentes.	174
9.6 Compuestos perfluorados	188
10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	199
11. AGRADECIMIENTOS	203
12. REFERENCIAS	204
13. ANEXOS	210
ANEXO I: Cuestionario epidemiológico	211
ANEXO II: Factores de conversión	215
ANEXO III: Creatinina y lípidos.....	217
ANEXO IV: Listado de acrónimos y abreviaturas.....	218
ANEXO V: Publicaciones científicas	222

PRÓLOGO

1.- Dr. Cristobal Belda Iniesta. Director del Instituto de Salud Carlos III (ISCIII)

El Instituto de Salud Carlos III, en el ámbito de sus competencias, es un agente de acción para el refuerzo del derecho a la protección de la salud a través de la investigación; derecho reconocido en el artículo 43 de la Constitución española (CE). De forma muy resumida, el ISCIII ayuda a la protección de la salud a través de la actividad científica orientada a las personas, con una especial dedicación a promover esta actividad dentro del ámbito del Sistema Nacional de Salud. Para ello el ISCIII desarrolla una serie de actividades de alto valor estratégico bajo la dependencia orgánica del Ministerio de Ciencia e Innovación, pero con una estrecha relación con el Ministerio de Sanidad. Por un lado, el ISCIII es una de las principales entidades de financiación de la actividad científica de España y, por otro, su configuración a partir de centros monográficos o multidisciplinares, propios o consorciados, le ha permitido ser una de las principales organizaciones científicas de Europa. Esa potencia científica nos permite prestar servicios científico-técnicos a las administraciones que así nos lo requieren, con la singularidad de que éstos son prestados por personal científico del más alto nivel, mantenido este a través de la concurrencia competitiva, nacional e internacional, a la que se someten periódicamente nuestros grupos de investigación.

La biomonitorización humana (BMH) como herramienta para determinar la exposición a sustancias químicas y sus consecuencias sobre la salud, tanto en entornos experimentales como de vigilancia activa, es una prioridad científica del ISCIII, especialmente representada en términos experimentales y tecnológicos por el Centro Nacional de Sanidad Ambiental, que como centro de investigación del ISCIII, reúne las condiciones científicas y tecnológicas más adecuadas para determinar la exposición a sustancias químicas en el individuo, de forma integrada y, sobre todo, con una perspectiva estatal.

En concreto, bajo esa perspectiva, en cumplimiento del Plan Nacional de Aplicación del Convenio de Estocolmo y Reglamento 850/2004/CE y en soporte al Plan Europeo de Medio Ambiente y Salud (2003), el Ministerio de Medio Ambiente, en 2007, encargó al ISCIII, a través del Área de Toxicología Ambiental, la realización de un estudio de biomonitorización humana de ámbito nacional pues, existiendo múltiples estudios de exposición a diferentes sustancias, no se disponía de información con una perspectiva geográfica que incluyera al Estado. Como respuesta a esa petición, el ISCIII llevó a cabo "BIOAMBIENT.ES" que ahora presentamos. Este fue el primer estudio que investigó la exposición ambiental y a sustancias presentes en productos de consumo en una muestra representativa de toda la población adulta trabajadora española. Este estudio ha permitido por primera vez establecer valores de referencia a nivel nacional para un gran número de sustancias de interés en salud pública, identificar los principales determinantes de exposición y ha permitido desarrollar y probar estrategias para establecer programas de BMH con cobertura nacional.

BIOAMBIENT.ES es un esfuerzo compartido, coordinado desde el Área de Toxicología Ambiental del CNSA-ISCIII en el que también participaron el Área de Epidemiología Ambiental y del Cáncer del Centro Nacional de Epidemiología (CNE) del ISCIII y el Departamento de Proyectos Sanitarios de Ibermutuamur. El trabajo de campo fue posible gracias a la colaboración activa de los responsables de cada una de las Sociedades de Prevención, constituidas por las mutuas de prevención de riesgos laborales que, en aquel momento, formaban parte de CORPORACIÓN MUTUA, así como del personal sanitario y administrativo de los Centros de Prevención.

Sin ánimo de adelantar las conclusiones que las personas que lean el documento puedan obtener, es relevante destacar que el estudio revela la necesidad de establecer un ámbito regulatorio que aborde de forma directa la evaluación de los niveles de exposición interna de la población así como la necesidad de llevar a cabo estudios de BMH de forma periódica y generalizada en nuestro país. Estos estudios deben definir prioridades por grupos específicos de población (niños, adolescentes, mujeres en edad fértil, mujeres embarazadas, o ancianos/mayores), o por áreas geográficas con mayores niveles de contaminación, en función de la sustancia/grupo de sustancias de interés. Es igualmente obligada la comunicación de los resultados a la ciudadanía de forma conjunta con las herramientas que ayuden a contextualizar la misma. En este sentido, el ISCIII bajo los principios de Ciencia Abierta, pone a disposición del público general, los resultados de este estudio.

La biomonitorización como herramienta científica y el papel del ISCIII.

La BMH como prioridad estratégica del ISCIII se encuentra representada en el Plan Estratégico del Instituto de Salud Carlos III 2021-2025 que determina en su EJE 2: “La Vigilancia, Prevención y Control de Enfermedades basada en la excelencia científica”, y en uno de sus objetivos estratégicos (OE7) “Mejorar los sistemas de vigilancia de las enfermedades transmisibles y desarrollar nuevos sistemas de vigilancia para las enfermedades crónicas y para las enfermedades relacionadas con la exposición ambiental”. En concreto, la medida 35 postula la creación del Nodo Español de Biomonitorización Humana, para mejorar la vigilancia y control sobre la exposición a sustancias químicas, e identificar grupos de población altamente expuestos o especialmente vulnerables.

Junto con nuestra prioridad estratégica existe un importante consenso sobre la necesidad del desarrollo coordinado de las diferentes actividades, realizadas por distintas entidades, a la hora de promover la BMH. Como consecuencia de este consenso, el 3 de noviembre de 2022 se ha publicado la Orden Ministerial por la que se crea la Comisión Interministerial de Biomonitorización Humana (CIBMH) que tendrá como objetivo la coordinación, planificación y organización de las tareas que lleve a cabo la Administración General del Estado relacionadas con estudios o programas de biomonitorización humana (BMH) en materia de sustancias químicas. En esta CIBMH el ISCIII tendrá un papel relevante, con una activa participación del CNSA que actúa como punto focal español para Europa en las iniciativas de investigación sobre BMH.

Espero y deseo que este documento, lo que significa científicamente y el esfuerzo de coordinación que lo sustenta sean instrumentos útiles para proteger la salud de las personas pues, al fin y al cabo, es el objetivo final del Instituto de Salud Carlos III.

2.- D^a Marta Gómez Palenque. Directora General de Calidad y Evaluación Ambiental, Ministerio para la transición ecológica y reto demográfico (MITERD).

Desde este Ministerio nos complace enormemente la publicación de este estudio de exposición a sustancias químicas en población adulta española y agradecemos al ISCIII sus esfuerzos para ponerlo a disposición del público. El estudio constituye, sin duda, uno de los estudios más completos realizados en nuestro país de interpretación de concentración en la población española de sustancias químicas de extenso uso que se añaden a una amplia variedad de productos de consumo (plásticos, espumas, construcción, equipamientos electrónicos, ropa, muebles) y con presencia en alimentos. La integración de los condicionantes ambientales es clave en la definición de políticas públicas y en la toma de decisiones en diferentes sectores, destacando el de la Salud. Entendemos que la vigilancia en humanos de los impactos de la exposición a dichas sustancias constituye una herramienta necesaria para habilitar la adopción de medidas de gestión del riesgo de exposición de la población general a las sustancias químicas.

Los antecedentes de este estudio se remontan a 2004, momento en que se constató la especial relevancia que podían tener de estos estudios de vigilancia como instrumento clave para generar información sobre niveles de exposición y como herramienta para la toma de decisiones. No podemos dejar de subrayar que esta información resulta también clave en el marco de los compromisos adoptados por España en el marco del Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes (COP) así en el del Plan Nacional sobre COP que lo desarrolla en nuestro país. Así pues, en respuesta a dichos compromisos, el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico estableció un marco de colaboración con el Instituto de Salud Carlos III y financió la realización de estudios de vigilancia en humanos por parte del mismo. Como resultado de la buena acogida del proyecto, éste fue incrementando su nivel de ambición, partiendo de una lista inicial de contaminantes que fue extendiéndose progresivamente a medida que nuevos compuestos químicos, como los ftalatos, mercurio y cadmio, iban incorporándose en la regulación a nivel internacional. Queremos destacar que todos los compuestos objeto del estudio se caracterizan por una alta resistencia a la degradación, con una vida media muy larga, son bioacumulativos y muy persistentes en los organismos vivos.

Ahondando más en los antecedentes, no podemos dejar de mencionar dos proyectos pioneros sobre biovigilancia humana, COPHES y DEMOCOPHES, coordinados a principio de este siglo por la Comisión Europea con participación española y con el objetivo de articular a través de análisis en poblaciones distantes un enfoque armonizado para la biovigilancia humana en Europa.

En este marco, la campaña BIOAMBIENT.ES, objeto de la presente publicación, es fruto del trabajo colaborativo entre la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental de MITECO y el Centro de Sanidad Ambiental del Instituto de Salud Carlos III, el periodo comprendido entre los años 2007 y 2019. En el marco de este estudio no sólo se ha cuantificado y realizado un análisis comparativo de la presencia de sustancias químicas peligrosas en la población española, sino que se han conseguido establecer valores de referencia y desarrollar y consolidar nuevos métodos analíticos fiables, así como procedimientos para la recogida y procesado de datos armonizados que proporcionen un seguimiento continuado en seres humanos.

BIOAMBIENT.ES constituye, por tanto, una pieza clave en el diseño de las bases para instaurar una Red de Biovigilancia Humana en España y la generación de un biobanco de valiosas muestras. En conjunción con el proyecto DEMOCOPHES, BIOAMBIENT.ES ofrece visión bastante cercana a la situación actual de

la población española, también en comparación con el resto de los países europeos, en cuanto a exposición a los contaminantes objeto del estudio

La biovigilancia humana juega un papel primordial en la generación de un conocimiento que permita habilitar las acciones de control y prevención en toda la cadena regulatoria, que responda al enfoque transversal “One Health”, motivo por el cual implicación del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico ha sido una actuación esencial, complementaria a las acciones que el Ministerio de Sanidad y su Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición u otros departamentos competentes han desarrollado en éste ámbito.

Finalmente, no quiero dejar de mencionar la reciente cooperación mantenida entre el Ministerio de Sanidad y este Ministerio, que ha culminado en la elaboración y puesta en marcha del Plan Estratégico de Salud y Medio Ambiente (PESMA) destinado a proteger a la población de los riesgos medioambientales. El Plan, que estará vigente hasta 2026, fue aprobado en noviembre de 2021 en la sesión extraordinaria del Pleno del Consejo Interterritorial del Sistema Nacional de Salud conjunta con la Conferencia Sectorial de Medio Ambiente.

3.-Dra. Pilar Aparicio Azcárraga. Directora General de Salud Pública. Ministerio de Sanidad.

El marco legislativo europeo en materia de comercialización y uso de sustancias químicas tiene como objetivo asegurar la protección de la salud humana y el medio ambiente contra los riesgos derivados de estas. A pesar del marco legislativo existente, el conocimiento de la exposición a las sustancias químicas y sus efectos en la salud sigue suponiendo un importante reto debido al alto número de sustancias existentes y de nueva síntesis, a la complejidad de situaciones de exposición, al impacto de la exposición acumulativa a lo largo del tiempo, a la combinación de sustancias y a los riesgos emergentes.

Por ello, quiero subrayar la importancia del estudio BIOAMBIENT.ES, llevado a cabo en el ISCIII, el primer estudio que investigó la exposición ambiental y a sustancias presentes en productos de consumo en una muestra representativa de la población adulta trabajadora española. Hasta la realización del presente estudio no existía información representativa, a nivel nacional, sobre la exposición a distintas sustancias químicas de forma conjunta en la población española.

Los resultados obtenidos en BIOAMBIENT.ES, al igual que otros países de nuestro entorno, confirman la existencia de una exposición generalizada de la población a sustancias químicas, permitiendo conocer los niveles de exposición, rutas y factores que intervienen en la misma. El citado estudio ha permitido, también por vez primera, estudiar diferencias geográficas en la exposición de la población expuesta y ha permitido, así mismo, establecer valores de referencia a nivel nacional para un gran número de sustancias químicas de interés en Salud Pública

En este contexto, se ha puesto de manifiesto que la Biomonitorización Humana es una herramienta de gran utilidad para la protección de la salud, ya que proporciona información concreta sobre la exposición a sustancias químicas a través de una valoración integrada de las mismas o de sus metabolitos en muestras de cada individuo.

El desarrollo, por tanto, de estructuras nacionales estables de Biomonitorización Humana que cubran las necesidades de cada país en materia de Biomonitorización y que garanticen la sostenibilidad y continuidad de la red europea creada por la Comisión Europea, es un punto clave para el intercambio de información, experiencia y buenas prácticas en materia de gestión del riesgo de las sustancias químicas.

En este sentido, el Plan Estratégico de Salud y Medio Ambiente (PESMA), aprobado el 24 de noviembre de 2021 por el Consejo Interterritorial del Sistema Nacional de Salud, del Ministerio de Sanidad y por la Conferencia Sectorial de Medio Ambiente, del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, contempla entre sus principales líneas de actividad el desarrollo de una estructura de Biomonitorización Humana que permita el cumplimiento de sus objetivos. Para ello, en el Primer Programa de Actuación bienal del PESMA (2022-2023), y siguiendo la línea marcada en las políticas europeas en la materia, se contempla el establecimiento de la Comisión Interministerial de Biomonitorización Humana. Comisión cuya aprobación se ha publicado en el BOE del 3 de noviembre de 2022 mediante una Orden Ministerial a propuesta del Ministerio de Sanidad y del Ministerio de Ciencia e innovación y que marcará un punto de inflexión al contribuir a la consolidación de programas estables de Biomonitorización en la población española.

INVESTIGADORES, TÉCNICOS Y PERSONAL SANITARIO PARTICIPANTE

(por orden alfabético)

INSTITUTO DE SALUD CARLOS III

Dirección y coordinación: Argelia Castaño Calvo

Centro Nacional de Sanidad Ambiental (CNSA), Área de Toxicología Ambiental:

Mónica Bartolomé, Ana I. Cañas, Francisco Cutanda, Noelia Domínguez Morueco, Marta Esteban López, Ana María García, Silvia Gómez, Sara González, Cristina Grande, Olga Huetos, José A. Jiménez, Miguel Juliá, Ana López, Carmen Navarro, Susana Pedraza Díaz, Juan José Ramos, Carolina Rodríguez, María Rodríguez, Montserrat Rosado y Eva P. Soto.

Centro Nacional de Epidemiología (CNE), Área de Epidemiología Ambiental y Cáncer:

Nuria Aragonés, Marta Cervantes-Amat, Gonzalo López-Abente, Roberto Pastor-Barriuso, Beatriz Pérez-Gómez y Marina Pollán.

IBERMUTUAMUR y Sociedades de prevención asociadas a Corporación Mutua.

Coordinación: Ibermutuamur: Eva Calvo, María Victoria Cortés, Javier Román y Montserrat Ruiz-Moraga.

CENTROS DE PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES PARTICIPANTES:

Sociedad de Prevención de Ibermutuamur Responsable: José Antonio Gelpi Méndez	
ARGANDA	Felipe Sánchez Acosta, Beatriz de Andrés San José, Beatriz González, Coral Fernández Gemes.
PETRER	Elena Giménez Font, Nieves Sánchez Caparrós, Inmaculada Genís Giner.
VALLADOLID	M ^a Mercedes Moretón Martín, Ester Rosat Velasco, Juan José Formoso Cordón, Oscar Hernández Vega, Jorge Fernández Arranz, Cristina Tejero Rodríguez, Israel Mesón Rodríguez.
BADAJOS	Manuel Gálvez Godoy, Leyre Alonso Delgado.
MÁLAGA	Noemí Márquez Salas, Francisco Javier Sánchez Arjona
ARGOS	María Victoria Cortés Arcas, Celia Diez de los Ríos, Paloma García, Manuel Quintas González, Montserrat Ruiz Moraga.
CARTAGENA	José Vicente Monsonís Artero, María Dolores Moya Hernández, María Dolores Gómez Liarte, Cristina Pellicer García.
ALMERÍA	Margarita Moreno García, Victoria Bueso Fernández, Beatriz González Fernández.
CÓRDOBA	María Cuesta Alcaide, Francisco Fernando Rubio Granados.
TALAVERA DE LA REINA	Juan Pedro Murillo Martínez, Pablo López Merino.
TORREJON DE ARDOZ	Esmeralda Trapero Jiménez, M ^a del Mar Zamora Sanz, Yolanda Armesto Prada, Ana Isabel Gómez Luque, Dolores Ruiz Contreras, Simona Voricica, Ester Caballero Habas.
ALCORCÓN	Elena Montes Alonso, Verónica Alba de la Parte, Anabel García Jardines, María Victoria Sánchez González.
GRANADA	Luz Divina Ortega Solera, Enrique Anaya Cáceres, Rocío Romero Saldaña.
OVIEDO	Nuria Menéndez Menéndez, Nuria Martín Díaz, Elia M ^a Canal Martínez, Esperanza Alonso Jiménez, Jorge Ramos Álvarez.
GUADALAJARA	Aránzazu Riofrío López, Raquel Carvajal Camino, Braulio A. Montesinos San José, Mari Carmen Román Jasanada, Laura Torres García
SALAMANCA	Silvia San Juan Jorge, M ^a Inmaculada Notario Bravo,
ESPINARDO	Montse Ros Velasco, Santiago Roberto Guerrero Medina, Magdalena García López, Cristina Villar García, Vanesa Pardo Mateo, Marisol Guillamón Segovia, María Martínez Torregrosa.
ALICANTE	M ^a Dolores Almodóvar Alcaraz, Vicente Rico Amorós, Vicente Navarret Vilaplana, José Carlos Navarro Ripoll, Manuel Mediero Maroto.

Sociedad de Prevención de Mutualia
Responsable: Juan Mayor Cruells

ZAMUDIO Victoria Hernández González, Yolanda García Rodríguez.

SAN SEBASTIAN Enrique Astaburuaga Etxezarreta, Marta Garuz Izaguirre, Araceli Paredes Fariñas, Elisabeth Sánchez Martínez

ERANDIO Arantza Lijó Bilbao, Laura López Lujua.

MC-Prevención, Sociedad de Prevención de MC Mutual
Responsable: Miquel Vila Sabaté

RUBÍ José Luis Lage Porcel, Virginia Izquierdo Fernández.

TORTOSA Teodora Cervellera Piñol, David Espinosa, Juan Antonio Muñoz Velasco.
Laboratorio: **Laboratorio Dr. Vidal-General Lab.** Carmen Cabré, Carmen Molina y Silvia Balmes Vives.

BARCELONA Mercedes Mercadal Vilaret, María Lourdes Montón Lapeña, Albert Palmero Soriano
Laboratorio: **General Lab.** Montse Gil, Eva Malé.

ZARAGOZA Marta Terraza Pitarque, M^a Reyes Roy Gracia, Juan Miguel Aylagas Omeñaca.
Laboratorio: **General Lab-Clínica Quirón.** Pilar Carboné

SANTANDER Marta Elena Ríos Pérez, Juan Antonio Bellas Farré, Gema M^a Salazar Imaz.

GRANOLLERS Ana Cifuentes Rodenas, Beatriz Fonfría Novella, Mireia Rosa del Castillo Nofrarías.

GERONA Carolina Andrade Alves, Marta Fabrellas Fabrellas, Silvia Cotta Pau, Zaida Vidó Muñoz, Miriam Jiménez Presa.

PAMPLONA M^a Dolores Carnicero Giménez de Azcárate, Gabriela París Archanco, Mercedes Espronceda Arrontes, Cristina Rubio Viedma.
Laboratorio: **Laboratorio Dr. Oquiñena:** Enrique Oquiñena Mugerza.

LOGROÑO Ángel Berges Ruiz, Carlos Riaño Pontaque, Isabel Martínez Echeverría, Jaime López Sorrosal, Elena Llanas Buil.

Sociedad de Prevención de Mutua Gallega
Responsable: Carlos Félix Méndez González

VIGO Rita Nieto Montero, Juan Elías Moreno Tovar, María Martínez Valencia.

Laboratorio: **Laboratorio LEMA&BANDIN.** Belén Villacieros Fernández, Jesús Bandín Villamarín, Enrique González y Tomás Camacho García.

LA CORUÑA	Manuel Vilela Trillo, Manuel Carlos Candañedo López, Manuel Javier López Pérez, Javier Pulido Fernández. <u>Laboratorio:</u> Laboratorio Ramos. Carmen Ramos Poll.
LUGO	Jesus Núñez Calvo, Gelasio Rodríguez Rodríguez, Ignacio José Cacharrón Prieto <u>Laboratorio:</u> Laboratorios BIOMIG: Ester Varela y Miguel González.
Unimat Prevención, Sociedad de Prevención de Unión de Mutuas Responsable: José Luis Aleixandre Chiva	
ONDA	M ^a Carmen Aguilera Casalta, Manuel Juan Nebot, Eugenio Martínez Isaac, Silvia Mas Peset Alicia Clausell Luis.
VALENCIA	José María Lledo López-Cobo, Amparo Redondo La Osa, M ^a José Bustamante Bustamante, José Alcocer Medina, Susana Bulls Vicente, María Dolores Prats Sanchezá.
Mutua de Ceuta-SMAT Responsable: M^a Ángeles Molina Manzano	
CEUTA CESMA	CESMA: Eduardo Rivas Guerra, Sonia García Casado. M ^a Dolores Armuñia Guerrero, José Jesús Blanco Carrasco, Gema Salado Mancera, Nancy Rochels, Carlos Andrés Achury Murcia, Sofía Aguilar Camuñez, Ana Márquez Ramón, Montserrat Bellón Sánchez. Consejería / Ayuntamiento: Ana Rivas, Rebeca Benarroch.
Sociedad de Prevención de Mutua de Accidentes de Canarias Responsable: Maruxa de León Mallorquín	
TENERIFE	<u>PREVIMAC:</u> Ignacio Romero Quintano, María Dolores López Avilés, Juan Rodolfo Gutiérrez Arocha. <u>Ayuntamiento De Los Realejos:</u> Begoña García Pérez, Montserrat Quintero Bencomo, María José González Hernández, Pedro Luis González, Emiliano Méndez Hernández. <u>Taller de empleo Palo Blanco:</u> Agustina Isabel Pérez Villar, Joanna Rosario Estévez. <u>Laboratorio: Laboratorio González Santiago:</u> Gloria Torres García, Esther de León Adán, Adelardo de la Calle Herrera, Francisco Villanueva Jiménez, José Manuel Sánchez Rijo.

RESUMEN

El desarrollo económico y tecnológico de las últimas décadas ha favorecido la síntesis de una gran variedad de productos químicos con múltiples aplicaciones, que están presentes en los productos de consumo. Como consecuencia, nos vemos expuestos a un elevado número y variedad de sustancias químicas que pueden incorporarse a nuestro organismo a través del medioambiente, la dieta, o el contacto con productos de uso cotidiano como cosméticos, mobiliario o incluso nuestros vestidos. Existen evidencias científicas de que algunas de estas sustancias provocan efectos adversos en la salud, incluso a bajas concentraciones, y que podrían estar asociadas al desarrollo de determinadas enfermedades como el cáncer, Alzheimer, cardiopatías, infertilidad y otras enfermedades crónicas. En este contexto, resulta evidente la necesidad de conocer el grado de exposición real a la que se encuentra sometida la población y para ello, la biomonitorización humana (BMH) es una excelente herramienta.

La BMH, definida como el análisis directo de una sustancia química y/o sus metabolitos en matrices humanas (ej. sangre, orina, pelo), permite la valoración integrada de la exposición, teniendo en cuenta todas las posibles vías y fuentes de exposición. Sin embargo, si bien es cierto que la presencia de una sustancia química (o sus metabolitos) en el organismo confirma que ha tenido lugar una exposición a la misma, esto no indica necesariamente que vaya a provocar efectos adversos en la salud.

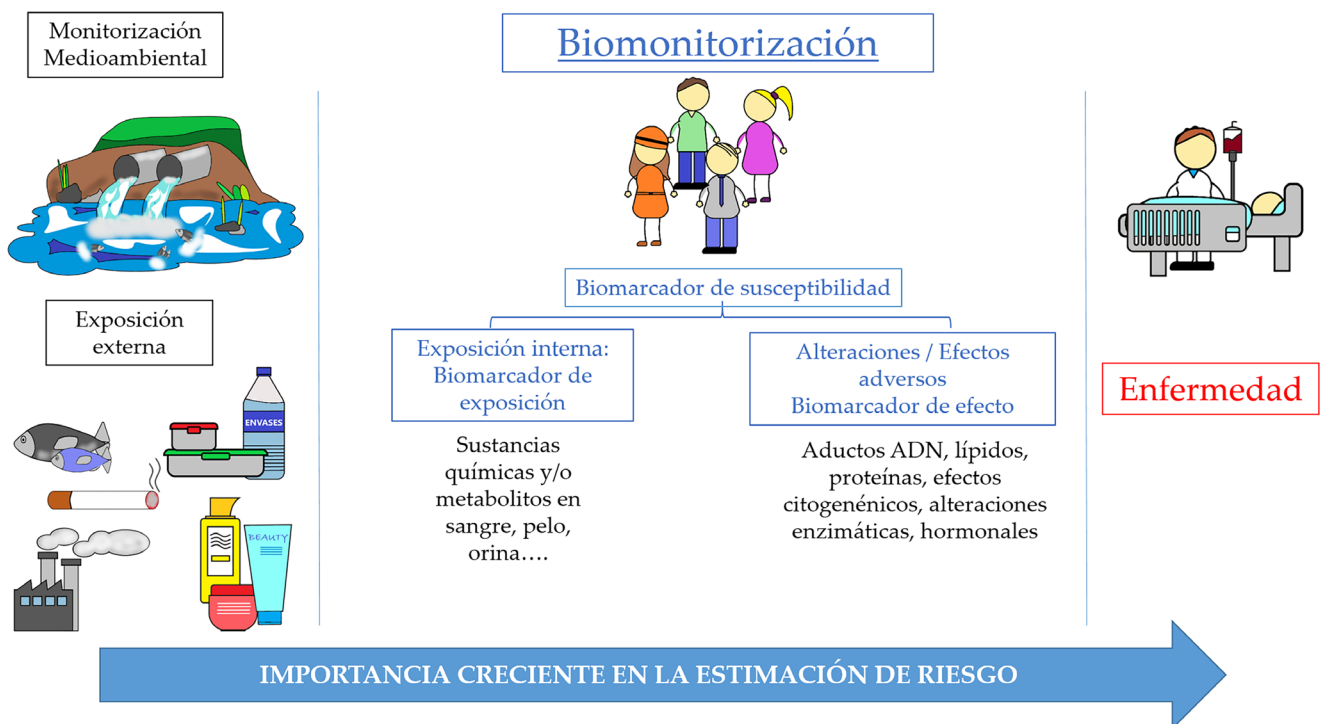


Figura 1: Continuum exposición - enfermedad

Los estudios de BMH aportan información relevante en salud pública, ya que no sólo permiten conocer el grado de exposición de la población, sino que permiten también estudiar tendencias temporales y geográficas, identificar posibles fuentes y factores determinantes de la exposición, estudiar la relación causa-efecto entre contaminantes y problemas de salud o identificar los grupos de población más vulnerables a los efectos adversos de los contaminantes. Esta información supone un importante apoyo en la definición de las prioridades en investigación, así como para evaluar la efectividad de las

políticas de reducción de la exposición de la población a contaminantes ambientales y a sustancias químicas presentes en productos de consumo.

En España, se han realizado numerosos estudios de BMH que han valorado la exposición a diferentes sustancias químicas en adultos y niños de población general, y también en poblaciones altamente expuestas, como residentes en el entorno de instalaciones contaminantes o trabajadores con exposición ocupacional a determinados agentes. Sin embargo, son estudios de ámbitos geográficos muy concretos y, hasta que se puso en marcha el estudio que se refleja en este informe, no existía información representativa a nivel nacional. Ante esta situación y en cumplimiento del Plan Nacional de Aplicación del Convenio de Estocolmo y Reglamento 850/2004/CE, sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes y en soporte al Plan Europeo de Medio Ambiente y Salud (2003), el Ministerio de Medio Ambiente, en 2007, encargó al Instituto de Salud Carlos III (ISCIII), a través del Área de Toxicología Ambiental del Centro Nacional de Sanidad Ambiental (CNSA), la realización de un estudio de biomonitorización humana de ámbito nacional. En respuesta, el ISCIII diseñó y llevó a cabo el estudio BIOAMBIENT.ES, el primer estudio que investigó la exposición ambiental y a sustancias presentes en productos de consumo en una muestra representativa de la población adulta trabajadora española. Desde marzo de 2009 a mayo de 2010 se recogieron muestras de sangre, orina y pelo de casi 2000 voluntarios de 18 a 65 años, con el objetivo de definir los valores de referencia¹ de la población española para los compuestos indicados al final de este resumen, en la tabla 1. En el diseño y desarrollo participó un equipo multidisciplinar formado por investigadores (biólogos, químicos, toxicólogos, epidemiólogos) y profesionales de la salud, procedentes del CNSA, el Centro Nacional de Epidemiología (CNE) y de Corporación Mutua. La población trabajadora pertenecía a una amplísima variedad de empresas, y no se referenció exposición ocupacional a los contaminantes seleccionados, de forma que, a efectos prácticos, los resultados podrían considerarse como representativos del grado de exposición de la población adulta española de 18 a 65 años, aunque no se incluye a profesionales por cuenta propia ni a desempleados (figura 2). Tampoco se incluye a la población inactiva laboralmente (i.e. estudiantes, personas dedicadas a las tareas de su hogar, jubilados o con incapacidad permanente).

¹ Los *valores de referencia* representan la concentración de un compuesto químico o metabolito, en la población o sector de población determinado, como consecuencia de su exposición en un momento concreto. Generalmente estos valores se definen en base al percentil 95 y su correspondiente intervalo de confianza, pudiendo ser representativos de la población general o calcularse para grupos específicos. Los valores de referencia no representan “*per se*” valores asociados con efectos sobre la salud, ya que son una descripción estadística de los rangos de concentración en la población de referencia en un momento concreto.

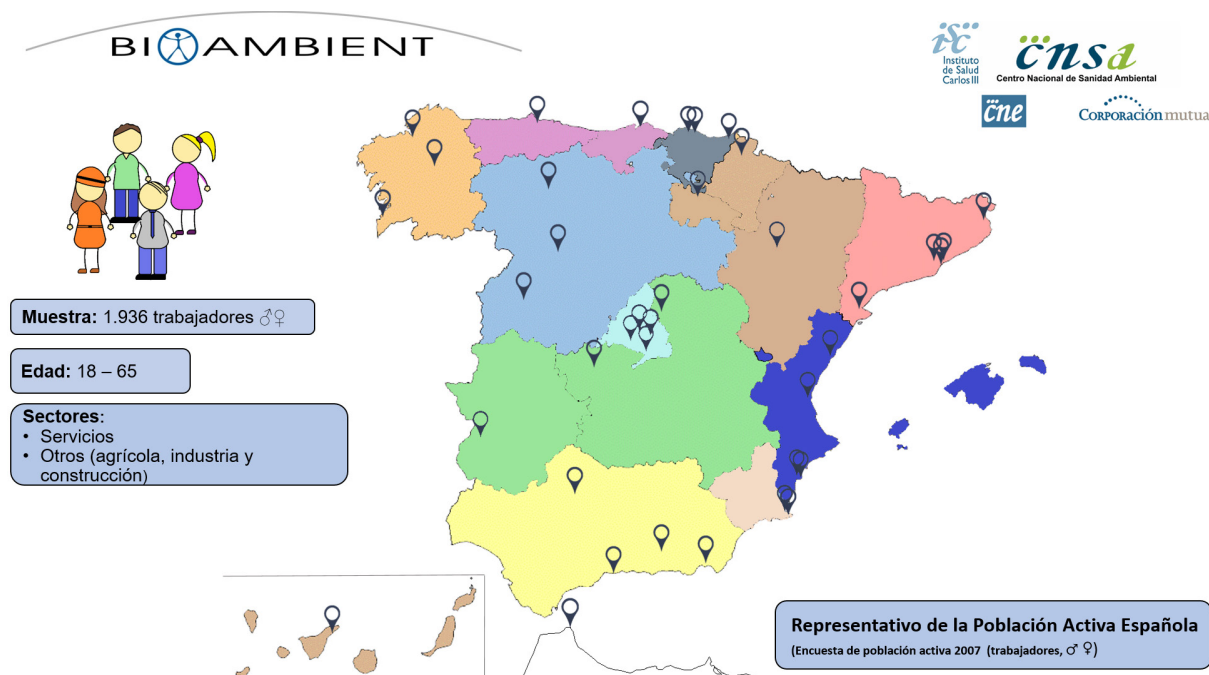


Figura 2. Esquema gráfico de BIOAMBIENT.ES : descripción de la muestra poblacional y mapa con la localización de los centros de prevención participantes según las áreas geográficas establecidas en el estudio.

Este documento contiene los resultados descriptivos de los biomarcadores estudiados en BIOAMBIENT.ES. Los resultados muestran, para cada uno de los contaminantes estudiados, la media aritmética (MA) y geométrica (MG) con sus correspondientes intervalos de confianza al 95% en el total de la población estudiada, junto con los percentiles 10, 25, 50, 75, 90 y 95, además del porcentaje de muestras por debajo del límite cuantificación (LC). Se incluyen también los resultados estratificados por sexo, edad y área geográfica. Puede encontrarse información ampliada tanto del diseño como de los resultados del estudio en las publicaciones científicas recogidas en el anexo V.

Los resultados obtenidos confirman que, al igual que en otros países de nuestro entorno, existe una exposición generalizada de la población adulta española a diversas sustancias químicas. Entre ellas se incluyen tanto compuestos persistentes que se acumulan en el organismo a lo largo de los años y, por tanto, reflejan la exposición acumulada en el tiempo, como compuestos de rápida metabolización, y por lo tanto no persistentes, cuya presencia generalizada en la población probablemente indica una exposición ubicua y continuada a estos compuestos.

Entre los resultados relativos a la exposición a metales y elementos traza conviene mencionar los encontrados para el mercurio, el cadmio y el plomo. Los niveles de **mercurio** en los participantes de BIOAMBIENT.ES confirman lo observado en otros estudios nacionales e internacionales. La población española presenta niveles superiores a los encontrados en otros países, como consecuencia de los hábitos de consumo de productos marinos. Países con patrones de consumo de pescado parecidos a los de nuestra población, como, por ejemplo, Portugal o Japón, presentan niveles semejantes (Basu *et al.*, 2018). Las diferencias en la ingesta de pescado, tanto en las especies como en la frecuencia de consumo, podrían explicar también que algunas áreas costeras estudiadas, como Galicia, Andalucía, Asturias-Cantabria, Comunidad Valenciana-Baleares, Andalucía-Ceuta o Murcia, presenten una mayor exposición a este metal. Es importante destacar que, el porcentaje de los niveles de exposición a mercurio que se encuentran por encima de

los valores de HBM I² y II definidos por la Comisión Alemana de Biomonitorización Humana, son relevantes para grupos vulnerables, como mujeres embarazadas, en edad fértil o periodo de lactancia, así como niños de corta edad, y no pueden generalizarse a la población adulta en su conjunto. En este sentido, la Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición (AESAN) actualizó en 2019 las recomendaciones para un consumo saludable de pescado, para aprovechar sus nutrientes altamente beneficiosos para la salud y minimizar el riesgo de exposición a mercurio.

La exposición a **cadmio** en España se sitúa en niveles similares o inferiores a los encontrados en Alemania, Francia, Canadá o Corea del sur. Además, el 95% de los participantes se encuentran por debajo del valor HBM II en orina a partir del cual aumenta el riesgo de aparición de efectos adversos como consecuencia de la exposición. Las concentraciones de cadmio en orina en BIOAMBIENT.ES son superiores en mujeres y aumentan con la edad, lo cual está en línea con lo observado en otros estudios y es consecuencia del carácter acumulativo de este contaminante y, probablemente, a una mayor absorción de cadmio en las mujeres asociada a la falta de hierro.

Respecto al plomo, los hombres presentan niveles de exposición superiores a las mujeres tanto en sangre como en orina y se incrementa en ambos sexos con la edad. Los niveles sanguíneos encontrados en nuestra población de estudio presentan valores inferiores a los países europeos de nuestro entorno, como Alemania y Francia, aunque superiores a los que se reportan en EEUU o Canadá

En el caso de los **metabolitos de hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP)**, cuya presencia está asociada a emisiones al medioambiente durante procesos de combustión, cabe destacar su relación con el consumo de tabaco. Así, los niveles de metabolitos de HAP en la población fumadora de BIOAMBIENT.ES fueron más del doble de los encontrados en población no fumadora. Para el total de la población, los niveles fueron muy similares a los de otros países. Las concentraciones de 1-hidroxipireno fueron semejantes en todas las regiones definidas en este estudio, ligeramente superiores en Galicia, Castilla y León y Castilla La Mancha-Extremadura. Para la suma de hidroxifenantrenos, no se observaron grandes diferencias a excepción de las regiones de Asturias-Cantabria y Comunidad Valenciana-Baleares, que presentaron los niveles máximos y mínimos respectivamente.

Los resultados de BIOAMBIENT.ES sobre la exposición a **ftalatos** confirman una exposición continua y generalizada, encontrándose niveles cuantificables de los metabolitos de ftalatos en el 100% de las muestras analizadas. Las concentraciones más altas, en comparación con EEUU o Canadá, se han encontrado para el monoetil ftalato (MEP), un metabolito del dietil ftalato (DEP) que se utiliza en perfumería para desnaturalizar el alcohol y del que no se han descrito efectos adversos ni sobre el sistema endocrino ni el reproductor, y cuyo uso está autorizado en Europa. Por el contrario, metabolitos de

² HBM I: una concentración por debajo del valor HBM I no representa un riesgo para la salud, mientras que por encima, la ausencia de efectos adversos no puede ser totalmente descartada y por tanto, puede considerarse como un nivel de alerta.

HBM II: una concentración superior al HBM II implica un incremento en el riesgo de aparición de efectos adversos en la salud, tratándose en este caso de un nivel que requiere intervención.

otros congéneres están considerados como sustancias de alto interés para la ECHA (Agencia Europea de Productos Químicos) y sujetos a diversas regulaciones en cuanto a su uso, debido a sus efectos reprotoxicos (por ejemplo, el Di(2-etilhexil) ftalato, DEHP). Estas regulaciones han llevado a la industria a desarrollar sustitutos, como el **Hexamoll® DINCH**, cuyos metabolitos están también presentes en la población estudiada. Este sustituto del DEHP, se introdujo en el mercado europeo en 2002 para la fabricación de juguetes, material médico y material en contacto con alimentos, y tal y como confirman nuestros resultados, solo 7 años después, más del 90% de la población estudiada estaba expuesta a este compuesto. Cuando comparamos el porcentaje de población expuesta a niveles que superan los valores guía en salud, únicamente la suma de OXO MiDP y de OH MiDP metabolitos secundarios del **DiDP** (Diisodecil ftalato) o del DPHP (Dipropilheptil ftalato) ha mostrado una cifra significativamente alta en los participantes de BIOAMBIENT.ES, con más del 98% de ellos superando los valores de HBM I establecidos por la Comisión Alemana de BMH.

En relación a los **bifenilos policlorados (PCB)** y los **plaguicidas organoclorados (OCP)**, los resultados obtenidos, en general, revelan un acusado descenso respecto a estudios llevados a cabo previamente en nuestro país, en línea con el descenso observado a nivel mundial, relacionado con décadas de restricciones de uso y prohibiciones, particularmente las recogidas en el Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes. Sin embargo, en la población adulta española aún se observa una exposición de fondo generalizada, tanto para el principal metabolito del plaguicida 4,4-DDT (el 4,4-DDE), como para algunos de los congéneres que se utilizan como indicadores de la exposición a los PCB, el PCB 138, el 153 y el 180, presentes a niveles cuantificables en prácticamente la totalidad de la población estudiada, si bien a niveles inferiores a los encontrados en países de nuestro entorno. En cuanto al resto de plaguicidas organoclorados estudiados, cabe mencionar el caso del **HCB** (hexaclorobenceno), empleado como plaguicida durante el siglo pasado pero que también se asocia a emisiones no intencionales en procesos industriales. Esto podría explicar su presencia en más del 60% de la población estudiada y su distribución geográfica, que al igual que ocurre con los PCB, relacionados con aplicaciones industriales, tienen mayor presencia en áreas del norte de España, como el País Vasco y Asturias.

En cuanto a los **polibromodifenil éteres (PBDE)**, los congéneres que mostraron concentraciones superiores fueron el PBDE 153 y el PBDE 209, en general con niveles similares a los encontrados en Europa y claramente inferiores a los reportados en Norteamérica. Como era esperable, al igual que ocurre con los PCB y los OCP, las concentraciones de los PBDE aumentaron con la edad debido al carácter bioacumulativo de estas familias de contaminantes orgánicos. Además, los resultados revelan la presencia de algunos retardantes bromados emergentes (NBFR), empleados actualmente como alternativa a los PBDE en múltiples aplicaciones, en un porcentaje significativo de la población española ya en el año 2010, concretamente, el BTBPE en un 76% y el DBDPE en un 60%. Estos datos corresponden a antes de que se aplicara el grueso de restricciones globales sobre los PBDE, y por ello es previsible que las concentraciones de éstos y otros retardantes bromados emergentes sean en la actualidad superiores a las encontradas en BIOAMBIENT.ES.

Los **compuestos perfluorados** también se han detectado en el conjunto de la población estudiada. De los 6 congéneres analizados en el suero de los participantes, 4 de ellos (PFOS, PFOA, PFHxS y PFNA) aparecen en niveles detectables para el 95% de la población estudiada, siendo el mayoritario en el momento del estudio el PFOS. Para estos contaminantes, que causan gran preocupación en la actualidad, se está valorando la regulación por grupo, es decir por la suma de los congéneres mayoritarios (PFOS, PFOA, PFHxS

y PFNA). Estos contaminantes se han detectado en todas las regiones españolas, con los mayores niveles en los participantes de Cataluña y Galicia y los menores, en los participantes de las Islas Canarias.

La cobertura y diseño de BIOAMBIENT.ES ha permitido por primera vez estudiar diferencias geográficas en la exposición de la población adulta trabajadora en España. Así, por ejemplo, se observan mayores concentraciones de contaminantes asociados al consumo de determinados productos marinos, como el mercurio o determinados PCB, en zonas costeras. Del mismo modo, en zonas en las que existe mayor actividad agrícola se observan concentraciones superiores de plaguicidas.

BIOAMBIENT.ES ha permitido por primera vez establecer valores de referencia a nivel nacional para un gran número de sustancias de interés en salud pública, así como desarrollar y probar estrategias para llevar a cabo un estudio de BMH con cobertura nacional. Además, los resultados aportan información relevante sobre la exposición a contaminantes ambientales y compuestos químicos presentes en productos de consumo. Por un lado, demuestran que la población estudiada presenta concentraciones cuantificables de compuestos cuyo uso se prohibió hace décadas, como el DDT o los PCB y por otro, confirman la exposición a compuestos de nueva incorporación en el mercado como el Hexamoll® DINCH, un sustituto de determinados ftalatos que comenzó a comercializarse en 2002. En cualquier caso, los resultados ponen de manifiesto que la población adulta trabajadora en España se encuentra expuesta a una mezcla compleja de sustancias químicas que podría tener efectos adversos en su salud y dar lugar al desarrollo de un amplio espectro de patologías.

Desde la ejecución de BIOAMBIENT.ES, han entrado en vigor nuevas prohibiciones y limitaciones de uso para algunas de las sustancias estudiadas y, por tanto, cabría esperar una reducción de los niveles en la población. La efectividad de dichas medidas podría comprobarse si se contara con un programa estable de biomonitorización humana en la población española. Si, además, este programa se ligase a la Encuesta Nacional de Salud, se podría obtener información tremendamente útil para el esclarecimiento de la relación entre exposición y efectos en la salud.

En este sentido la reciente aprobación del Plan Estratégico de Salud y Medioambiente (PESMA), impulsado por el Ministerio de Sanidad con el apoyo del Ministerio de Transición Ecológica, puede marcar un punto de inflexión al incluir en el primer plan de acción, el establecimiento de la Comisión Nacional de Biomonitorización Humana que contribuirá a la consolidación de programas estables de BMH en la población española.

Tabla 1. Concentraciones de los biomarcadores analizados en BIOAMBIENT.ES. Media geométrica (MG) y valor de referencia (percentil 95, P95) para la población estudiada.

METALES Y ELEMENTOS TRAZA	MATRIZ	MG	P95
Cadmio ($\mu\text{g/g}$ creatinina)	Orina	0,20	0,75
Cadmio ($\mu\text{g/L}$)	Sangre	0,48	2,13
Cobalto ($\mu\text{g/g}$ creatinina)	Orina	0,55	1,93
Mercurio ($\mu\text{g/g}$)	Pelo	1,88	5,2
Mercurio – mujeres en edad fértil ($\mu\text{g/g}$)	Pelo	1,71	4,4
Mercurio ($\mu\text{g/g}$ creatinina)	Orina	0,80	2,8
Mercurio – mujeres en edad fértil ($\mu\text{g/g}$ creatinina)	Orina	0,94	3,18
Mercurio ($\mu\text{g/L}$)	Sangre	6,35	19,3
Mercurio – mujeres en edad fértil ($\mu\text{g/L}$)	Sangre	6,15	16,8
Plomo ($\mu\text{g/g}$ creatinina)	Orina	0,72	2,28
Plomo ($\mu\text{g/L}$)	Sangre	24,03	56,8
Selenio ($\mu\text{g/L}$)	Sangre	115,8	151,0
Talio ($\mu\text{g/g}$ creatinina)	Orina	0,11	0,28
COMPUESTOS ORGÁNICOS			
METABOLITOS DE HIDROCARBUROS AROMATICOS POLICÍCLICOS (HAP) ($\mu\text{g/g}$ creatinina)	MATRIZ	MG	P95
1- hidroxipireno – población total	Orina	0,12	0,68
1-hidroxipireno - fumadores	Orina	0,20	0,88
1- hidroxipireno – no fumadores	Orina	0,08	0,42
4- hidroxifenantreno – población total	Orina	0,07	0,88
4- hidroxifenantreno fumadores	Orina	0,18	1,31
4- hidroxifenantreno – no fumadores	Orina	<LC	0,23
Σ hidroxifenantrenos – población total	Orina	0,14	1,30
Σ hidroxifenantrenos - fumadores	Orina	0,25	1,42
Σ hidroxifenantrenos – no fumadores	Orina	0,09	1,00

LC: límite de cuantificación

Σ hidroxifenantrenos = Σ 1-,2-,3-,4- y 9- hidroxifenantreno

METABOLITOS DE FTALATOS Y DINCH ($\mu\text{g/g}$ creatinina)		MATRIZ	MG	P95
COMPUESTO	METABOLITOS			
DMP (dimetil ftalato)	MMP (mono-metil ftalato)	Orina	2,93	10,1
DEP (dietil ftalato)	MEP (monoetil ftalato)	Orina	195,5	1553,6
BBzP (Butilbencil ftalato)	MBzP (monobencil ftalato)	Orina	5,65	23,01
DiBP (Diisobutil ftalato)	MiBP (monoisobutil ftalato)	Orina	22,8	64,6
	2OH-MiBP (2OH-monoisobutil ftalato)	Orina	8,72	25,3
DnBP (Di-n-butil ftalato)	MnBP (mono-n-butil ftalato)	Orina	14,5	40,0
	3OH-MnBP (3OH-mono-n-butil ftalato)	Orina	1,57	5,05
DnOP (Di-n octil ftalato)	MCPP (mono-carboxipropil ftalato)	Orina	1,04	3,71
	MnOP (mono-n-octil ftalato)	Orina	<LC	<LC
DCHP (Diciclohexil ftalato)	MCHP (mono-ciclohexil ftalato)	Orina	<LC	0,22
DnPeP (Di-n-pentil ftalato)	MnPeP (mono-n-pentil ftalato)	Orina	<LC	<LC
DEHP (Di(2-etilhexil) ftalato)	MEHP (mono(2-etilhexil) ftalato)	Orina	4,09	17,7
	5OH-MEHP (mono(2-etil-5-hidroxihexil) ftalato)	Orina	17,4	55,0
	5oxo-MEHP (mono(2-etil-5-oxohexil) ftalato)	Orina	11,4	35,9
	5cx-MEPP (mono(2-etil-5-carboxipentil) ftalato)	Orina	19,2	62,8
DiNP (Diisononil ftalato)	OH-MiNP (7-OH-(mono-metiloctil) ftalato)	Orina	3,42	17,6
	oxo-MiNP (7-oxo-(mono-metiloctil) ftalato)	Orina	2,14	13,9
	cx-MiNP (7-carboxi-(mono-metilheptil) ftalato)	Orina	6,71	32,9
DiDP (Diisodecil ftalato) DPHP (Dipropilheptil ftalato)	OH-MiDP (6-OH-mono-propilheptil ftalato)	Orina	2,04	7,69
	oxo-MiDP (6-oxo-mono-propilheptil ftalato)	Orina	0,67	2,45
	cx-MiDP (mono (2,7-metil-7-carboxiheptil) ftalato)	Orina	1,70	5,73
DINCH (diisononil ciclohexan-1,2-dicarboxilato)	OH-MiNCH (hidroxi-isononil éster)	Orina	0,89	39,6
	oxo-MiNCH (oxo-isononil éster)	Orina	0,46	17,6
	cx-MiNCH (carboxi-isononil éster)	Orina	0,69	22,6

LC: límite de cuantificación

BIFENILOS POLICLORADOS (PCB) (ng/g lípidos)	MATRIZ	MG	P95
PCB 28 (2,4,4' -triclorobifenilo)	Suero	<LC	<LC
PCB 52 (2,2',5,5'-tetraclorobifenilo)	Suero	<LC	<LC
PCB 101 (2,2',4,5,5'-pentaclorobifenilo)	Suero	<LC	<LC
PCB 138 (2,2',3,4,4',5'-hexaclorobifenilo)	Suero	31,9	117,5
PCB 153 (2,2',4,4',5,5'-hexaclorobifenilo)	Suero	43,6	168,8
PCB 180 (2,2',3,4,4',5,5'-heptaclorobifenilo)	Suero	56,0	211,8
ΣPCB 138,153,180 (sumatorio de Bifenilos policlorados)	Suero	135,4	482,2
COMPUESTOS ORGANOCLORADOS (ng/g lípidos)	MATRIZ	MG	P95
2,4-DDE (2,2-bis (4-clorofenil)-1,1-dicloroeteno)	Suero	<LC	<LC
4,4-DDE (2,2-bis (4-clorofenil)-1,1-dicloroeteno)	Suero	166,6	714
4,2-DDT (Diclorodifeniltricloroetano)	Suero	<LC	<LC
4,4-DDT (Diclorodifeniltricloroetano)	Suero	<LC	9,60
Heptacloro	Suero	<LC	<LC
Heptacloro epóxido	Suero	<LC	15,9
HCB	Suero	23,9	160,4
α- HCH (alfa-Hexaclorociclohexano)	Suero	<LC	<LC
β- HCH (beta-Hexaclorociclohexano)	Suero	<LC	116,7
γ- HCH (gamma-Hexaclorociclohexano)	Suero	<LC	49,4
Aldrín	Suero	<LC	<LC
Endrín	Suero	<LC	<LC
Diendrín	Suero	<LC	23,09

LC: límite de cuantificación

RETARDANTES DE LLAMA BROMADOS (ng/g lípidos)	MATRIZ	MG	P95
PBDE-28 (2,4,4'-tribromodifeniléter)	Suero	<LC	0,17
PBDE 47 (2,2',4,4'-tetrabromodifeniléter)	Suero	0,11	1,30
PBDE 99 (2,2',4,4',5-pentabromodifeniléter)	Suero	<LC	0,30
PBDE 100 (2,2',4,4',6-Pentabromodifeniléter)	Suero	0,10	0,49
PBDE 153 (2,2',4,4',5,5'-hexabromodifeniléter)	Suero	0,46	1,34
PBDE 154 (2,2',4,4',5,6'-hexabromodifeniléter)	Suero	0,15	0,48
PBDE 183 (2,2',3,4,4',5',6-heptabromodifeniléter)	Suero	<LC	0,23
PBDE 196 (2,2', 3,3', 4,4', 5, 6- octabromodifenil éter)	Suero	<LC	2,86
PBDE 197 (2,2', 3,3', 4,4', 6,6'- octabromodifenil éter)	Suero	0,50	3,85
PBDE 203 (2,2', 3,4,4', 5,5',6- octabromodifenil éter)	Suero	<LC	2,05
PBDE 209 (2,2',3,3',4,4',5,5',6,6'-decabromodifenil éter)	Suero	0,70	41,3
EHTBB (2-etilhexil-2,3,4,5-tetrabromobenzoato)	Suero	<LC	2,46
BTBPE (1,2-bis(2,4,6-tribromofenoxi) etano)	Suero	1,10	8,17
DBDPE (decabromodifeniletano)	Suero	1,30	32,9
TBBPA-DBPE (tetrabromobisfenol A –bis (2,3-dibromopropil éter))	Suero	<LC	7,83
COMPUESTOS PERFLUORADOS (µg/L)	MATRIZ	MG	P95
PFOS (Sulfonato de perfluorooctano)	Suero	7,61	19,3
PFOA (Ácido perfluorooctanóico)	Suero	2,07	5,48
PFHxS (Sulfonato de perfluorohexano)	Suero	0,74	2,84
PFNA (Ácido perfluorononanoico)	Suero	0,97	2,48
PFDA (Ácido perfluorodecanoico)	Suero	0,36	0,99
N-MeFOSAA (N-metil perfluorooctano sulfonamida)	Suero	<LC	<LC

LC: límite de cuantificación

INTRODUCCIÓN

La contaminación del aire, agua y suelo derivada de la presencia de productos químicos contribuye al aumento de enfermedades y muertes en todo el mundo. La incidencia de la contaminación en la salud humana representa en la actualidad un factor de riesgo de muerte prematura de relevancia creciente. En respuesta a esta amenaza se ha reaccionado con la implantación de estrategias globales de control de productos químicos, como por ejemplo el [Convenio de Estocolmo](#), sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes (COP) y el de [Minamata](#), encaminado a la reducción de la contaminación por mercurio, o a escala europea, como el [Plan de Acción Contaminación Cero](#) o la [Estrategia Europea de Sostenibilidad para las Sustancias Químicas](#), dirigida a la consecución de un entorno libre de tóxicos como parte del [Pacto Verde Europeo](#).

La Estrategia Europea de Sostenibilidad para las Sustancias Químicas, aun reconociendo que la presencia de productos químicos es inevitable y en muchos casos un pilar económico fundamental en nuestra sociedad, establece un marco legislativo robusto y coherente capaz de proteger el medioambiente y a la población de los productos químicos peligrosos, muchos de ellos de síntesis, derivados del petróleo y los combustibles fósiles.

La exposición a sustancias químicas en el ser humano se evalúa actualmente a través de sus fuentes, de forma externa y, aunque permite estimar los niveles de contaminantes a los que podría estar expuesta la población, hay que asumir un cierto grado de incertidumbre y es por ello que cada vez tiene más relevancia la utilización de la biomonitorización humana (BMH). La BMH, definida como la medida de la exposición interna a contaminantes, mediante el análisis de su concentración o la de sus metabolitos en matrices humanas (ej. sangre, orina o pelo), se puede utilizar como una herramienta transversal para realizar una valoración integrada de la exposición a cualquier producto químico, al tener en consideración todas las vías y fuentes de exposición, reduciendo por tanto la incertidumbre derivada de la estimación externa de la exposición ambiental. En este contexto, por tanto, además de la vigilancia y control medioambiental, alimentario e industrial, es preciso incluir la evaluación de la exposición a sustancias y productos químicos en el ser humano, de forma que, aunque el riesgo cero no existe, podamos reducirlo al mínimo posible sustituyendo las sustancias más peligrosas o modificando nuestros hábitos de vida para disminuir la exposición a los mismos. La biovigilancia humana juega por tanto un papel primordial en la generación de un conocimiento que permita habilitar las acciones de control y prevención en toda la cadena regulatoria, que responda al enfoque transversal “One Health”.

La biomonitorización humana permite estudiar tendencias temporales y geográficas en la exposición de la población, identificar y eliminar posibles fuentes de exposición, estudiar la relación causa-efecto entre

contaminantes y salud, identificar los grupos de población más vulnerables, fijar prioridades en investigación sobre medioambiente y salud y comprobar la efectividad de las políticas adoptadas para reducir o eliminar la exposición de la población a contaminantes ambientales y presentes en bienes de consumo, pero para ello, es preciso que los estudios de BMH se realicen de forma periódica.

Existen programas de BMH consolidados que se realizan de forma periódica en algunos países europeos como Alemania, Francia, o Bélgica, si bien aún no están implantados de forma generalizada en Europa. La Comisión Europea, en respuesta a la acción 3 del Plan de Acción Europeo de Medioambiente y Salud (EHAP, 2004-2010) ha venido impulsando la implantación y armonización a escala europea de programas nacionales de BMH a través de sus programas de investigación (FP6, FP7, Life+, Horizonte 2020 y Horizonte Europa).

La creación de ESBIO (Expert team to Support human Biomonitoring in Europe) en 2004 fue el punto de partida tras la puesta en marcha del EHAP. El proyecto europeo COPHES (Consortium to Perform Human Biomonitoring in a European Scale, 2010) fue pionero en sentar las bases para el desarrollo coordinado de la HBM en Europa y en él se definieron los protocolos de armonización que se pusieron en práctica en el proyecto de demostración DEMOCOPHES (2012), realizado en 12 países europeos sobre una muestra de 1.844 parejas madre-hijo. El proyecto HBM4EU (2017-2022) ha sido la culminación de este proceso a escala europea. En HBM4EU han participado 30 países, con más de 200 instituciones, además de la Agencia Europea de Medioambiente y ha dedicado un esfuerzo muy importante para desarrollar los nodos de biomonitorización humana en cada uno de los países participantes. España ha tenido un papel de relevancia en todos estos proyectos europeos, y gracias a ello está preparada para instaurar un programa estable de BMH. HBM4EU ha generado una base de datos conjunta y uniformada para comparar la exposición de niños, adolescentes y adultos en las diferentes regiones europeas a la contaminación química ambiental, dieta y bienes de consumo, aunque la mayor parte de los estudios incluidos en estos proyectos no han gozado de una representación poblacional a escala nacional.

En España, desde 1975 pueden encontrarse en la literatura científica estudios de investigación en los que se determinan diferentes contaminantes en muestras humanas. Las características de dichos estudios son muy diferentes en cuanto a la población de estudio, tamaño muestral, matrices biológicas empleadas, etc. La distribución geográfica tampoco presenta uniformidad, encontrándose Comunidades Autónomas en las que no existe información alguna. La mayor parte de los datos disponibles son resultado, bien de trabajos de investigación (Castaño *et al.*, 2012), bien de respuesta a determinados episodios accidentales. Generalmente son estudios de ámbito local y, en consecuencia, sin una cobertura espacial y temporal adecuada y no permiten su extrapolación a la totalidad de la población española.

La presente monografía recoge los resultados obtenidos en el primer estudio de BMH a nivel nacional llevado a cabo en España. El estudio se realizó a través del proyecto BIOAMBIENT.ES, e incluyó la medida de un total aproximado de 80 biomarcadores de exposición en una muestra representativa de la población adulta trabajadora española (Tabla 1).

BIOAMBIENT.ES fue un esfuerzo compartido, co-financiado por el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITERD) y coordinado desde el Área de Toxicología Ambiental del Centro Nacional de Sanidad Ambiental (CNSA) del Instituto de Salud Carlos III (ISCIII), en el que también participaron el Área de Epidemiología Ambiental y del Cáncer del Centro Nacional de Epidemiología (CNE) del ISCIII y el Departamento de Proyectos Sanitarios de Ibermutuamur. El trabajo de campo fue posible

gracias a la colaboración activa de los responsables de cada una de las Sociedades de Prevención, constituidas por las mutuas que, en aquel momento, formaban parte de CORPORACIÓN MUTUA, así como del personal sanitario y administrativo de los centros de prevención. La implicación de CORPORACIÓN MUTUA permitió aprovechar las infraestructuras de sus centros de prevención y asociar los resultados analíticos y la información recogida a través de un cuestionario epidemiológico auto-administrado, con la información médica obtenida en el reconocimiento médico laboral anual.

En esta monografía, se hará una breve descripción de las diferentes etapas que incluye un proyecto de estas características, como son la selección de sustancias químicas y sus biomarcadores, el diseño del muestreo, el trabajo de campo, la fase pre-analítica, los análisis químicos y el tratamiento estadístico de los resultados, así como las consideraciones a tener en cuenta a la hora de interpretarlos.

No obstante, el grueso de este documento lo constituyen las tablas con los resultados descriptivos obtenidos por grupos de edad, sexo y área geográfica, de cada biomarcador de exposición estudiado. Las tablas van precedidas por una pequeña introducción, una infografía mostrando las principales fuentes de exposición y efectos tóxicos, así como los gráficos de barras y mapas, de las variables de diseño del estudio. También se incluyen los valores guía basados en salud para aquellos biomarcadores que disponen de ellos, así como datos de estudios en países de nuestro entorno con objeto de valorar de forma relativa los resultados obtenidos en nuestra población. Queda fuera del alcance de esta monografía, un análisis estadístico en profundidad que incluya los factores determinantes de la exposición, o la incorporación de criterios de valoración de riesgo para la salud de acuerdo a los valores observados.

Por tanto, en esta recopilación de resultados de BIOAMBIENT.ES, el Instituto de Salud Carlos III y el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico ponen a disposición de la comunidad científica, de las autoridades españolas y por supuesto, de la población general la totalidad de los datos de forma conjunta con el propósito de facilitar su análisis y consulta. Confiamos en su utilidad presente y sobre todo futura, ya que permitirán valorar la evolución de la exposición de la población, determinar si las medidas de control implementadas en el país han dado sus frutos y hacer seguimiento de las poblaciones que se han identificado como más vulnerables, dando así cabida al propósito original de este proyecto.

OBJETIVOS

El objetivo principal de esta monografía, como ya se ha anticipado, es presentar los resultados del estudio BIOAMBIENT.ES proporcionando, por primera vez, valores de referencia representativos de la población adulta trabajadora española a diferentes contaminantes químicos ambientales de interés en salud pública.

Este conocimiento es clave para:

- Conocer la exposición de la población adulta española a una selección de contaminantes químicos prioritarios en salud pública.
- Identificar qué grupos de población se encuentran sometidos a un mayor grado de exposición a los distintos contaminantes estudiados.
- Definir niveles basales para el estudio de futuras tendencias temporales y geográficas, sobre la exposición en la población española.
- Comparar con otros estudios realizados tanto en España como en otros países.
- Valorar la efectividad de las políticas medioambientales y sanitarias dirigidas a reducir o eliminar la exposición ambiental en la población, tanto a nivel nacional, europeo o incluso global (como, por ejemplo, el Convenio de Estocolmo sobre COP, o el Convenio de Minamata sobre mercurio, entre otros).
- Proporcionar información relevante para la priorización de medidas orientadas a proteger a la población de los efectos de la exposición a sustancias químicas en España.
- Aportar evidencias para apoyar la creación de una red de BMH a nivel nacional, que permita en el futuro la biomonitorización periódica de la exposición de la población española a sustancias químicas.

DISEÑO DEL ESTUDIO

BIOAMBIENT.ES es un estudio epidemiológico transversal de base poblacional realizado en todo el territorio español entre 2009 y 2010, con casi 2000 participantes, que integra información epidemiológica recogida mediante cuestionarios auto-administrados, muestras biológicas e información procedente de los reconocimientos médicos de los mismos.

3.1. Población diana

La población de estudio la constituyeron todos los sujetos de 18 a 65 años, residentes en España durante al menos los 5 años previos al inicio del estudio, que acudieron a realizarse los reconocimientos médicos laborales durante 2009 y 2010 en las instalaciones sanitarias de Corporación Mutua.

Corporación Mutua, en 2009, agrupaba mutuas mayoritariamente generalistas que cubrían un amplio espectro de ocupaciones y categorías laborales. Estaba constituida por Ibermutuamur, MC-Mutual, Mutualia, Unión de Mutuas, Mutua Gallega, Mutua de Accidentes de Canarias, Solimat, y Cesma. Las Sociedades integrantes de Corporación Mutua contaban con 113 centros de prevención que realizaban los exámenes anuales de salud a más de 3.600.000 trabajadores pertenecientes a 436.000 empresas, con un número de reconocimientos superior a los 650.000 al año. Además, sus centros se distribuían por toda España, incluidas las islas y las ciudades autónomas de Ceuta y Melilla.

3.2. Estrategia de muestreo

Aunque la población atendida por Corporación Mutua (universo de muestreo) no era equivalente a la población general española, se decidió llevar a cabo el estudio en este colectivo por diversas razones: a) la gran cantidad y variedad de empresas de diferentes sectores, ocupaciones y categorías laborales que hacían que la probabilidad de exposición a los compuestos de interés de las personas que acudían a los reconocimientos fuesen similares al de la totalidad de la población española ocupada; b) el vasto territorio geográfico por el que se distribuían sus centros, que permitía explorar toda la nación; c) el elevado número de reconocimientos anuales llevados a cabo por las Sociedades integrantes de Corporación Mutua, que hacía posible planificar el trabajo de campo en un margen de tiempo razonable; d) la posibilidad de aprovechar las visitas de los reconocimientos médicos, con las evidentes ventajas económicas y logísticas que esto supone, permitiendo aumentar la tasa de participación, ya que se favoreció el consentimiento de

la extracción de muestras invasivas, como la sangre; y e) la disponibilidad de información a priori sobre la distribución de los centros y del número de personas atendidas en cada uno, lo que permitía obtener una muestra probabilística, que, con las correspondientes ponderaciones, podría aproximarse a una imagen representativa de la población española ocupada. Como contrapartida, en este diseño quedaba excluida la población no activa laboralmente (parados, sujetos con incapacidad laboral permanente, estudiantes, personas que se dedican a las labores del hogar, jubilados, etc.). En el momento de diseño del estudio, la tasa de paro en España era del 8,03% (INE, 2007).

De este modo, los participantes del estudio fueron seleccionados mediante un muestreo estratificado por conglomerados, para garantizar la inclusión de todas las áreas geográficas del territorio, ambos sexos y diferentes sectores de actividad; sector servicios y otros (agricultura, ganadería e industria). Esta estrategia ha permitido, como comentábamos, ponderar los resultados usando como referencia la distribución de la población trabajadora en la Encuesta de Población Activa correspondiente al año del reclutamiento, (INE, 2009) por área geográfica, sexo y sector económico, definido éste según la Clasificación Nacional de Actividades Económicas del año 2009 (CNAE- 2009). Gracias a esto, BIOAMBIENT.ES ha podido proporcionar estimaciones aplicables a la población española ocupada entre 18 y 65 años correspondientes a 2009-2010.

3.3. Distribución y tamaño muestral

Para garantizar una suficiente representatividad geográfica, se definieron 12 áreas coincidentes con las Comunidades Autónomas (CCAA) o, en algunos casos, con agregados de éstas (nivel intermedio entre las Unidades Territoriales Estadísticas NUTS1 y NUTS2)³. Se seleccionaron un total de 38 centros de prevención, asignando un mínimo de 2 centros por área geográfica y los restantes 15 centros repartidos de forma proporcional a los datos de población ocupada en cada área, según la Encuesta de Población Activa de 2007 (INE, 2007). Los centros de prevención se seleccionaron de forma aleatoria con probabilidad proporcional a su número anual de reconocimientos médicos. La tabla 3.1 muestra los centros seleccionados y su distribución geográfica.

Para evitar sesgos de estacionalidad, el trabajo de campo se realizó en 4 trimestres: enero-marzo, abril-junio, julio-septiembre, octubre-diciembre, tal y como se muestra en la figura 3.1.

El estudio se ofreció de forma secuencial a las personas que acudían a hacerse el reconocimiento médico. Cada centro debía reclutar 50 personas con una distribución preestablecida por sexo y sector económico: 25 personas del sector servicios (10 hombres y 15 mujeres) y 25 de cualquiera de los otros sectores –agricultura, industria y otros- (con 15 hombres y 10 mujeres).

³ Unidades territoriales estadísticas» (NUTS, por sus siglas en francés) es una norma estadística común en toda la Unión Europea para clasificar regiones.

Se reclutaron 1936 voluntarios, de los cuales, 44 fueron excluidos por no cumplir alguno de los criterios de inclusión. De los 1892 participantes que constituyeron finalmente la muestra poblacional del proyecto, 1880 proporcionaron muestras con volumen suficiente de sangre y 1770 proporcionaron muestras de orina válidas (niveles de creatinina entre 0,3 y 3 g/L, WHO 1996).

En el caso del pelo, que se planteó como matriz opcional, 577 voluntarios proporcionaron muestras.

Tabla 3.1. Áreas geográficas y centros de prevención de Corporación Mutua donde se reclutaron los participantes.

ÁREA GEOGRÁFICA (CC. AA)	CENTROS
Noroeste 1 (Galicia)	Vigo, La Coruña, Lugo
Noroeste 2 (Asturias, Cantabria)	Oviedo, Santander
Noreste 1 (País Vasco)	San Sebastián, Zamudio, Erandio
Noreste 2 (Navarra, La Rioja, Aragón)	Zaragoza, Logroño, Pamplona
Centro 1 (Castilla y León)	Valladolid, León, Salamanca
Centro 2 (Madrid)	Arganda, Madrid, Torrejón de Ardoz, Alcorcón
Centro 3 (Castilla-La Mancha, Extremadura)	Badajoz, Toledo, Guadalajara
Este 1 (Cataluña)	Tortosa, Barcelona, Granollers, Girona, Rubí
Este 2 (Comunidad Valenciana, Islas Baleares)	Petrer, Onda, Valencia, Alicante
Sur 1 (Andalucía, Ceuta)	Almería, Málaga, Córdoba, Granada, Ceuta
Sur 2 (Murcia)	Cartagena, Espinardo
Islas Canarias (Islas Canarias)	Tenerife

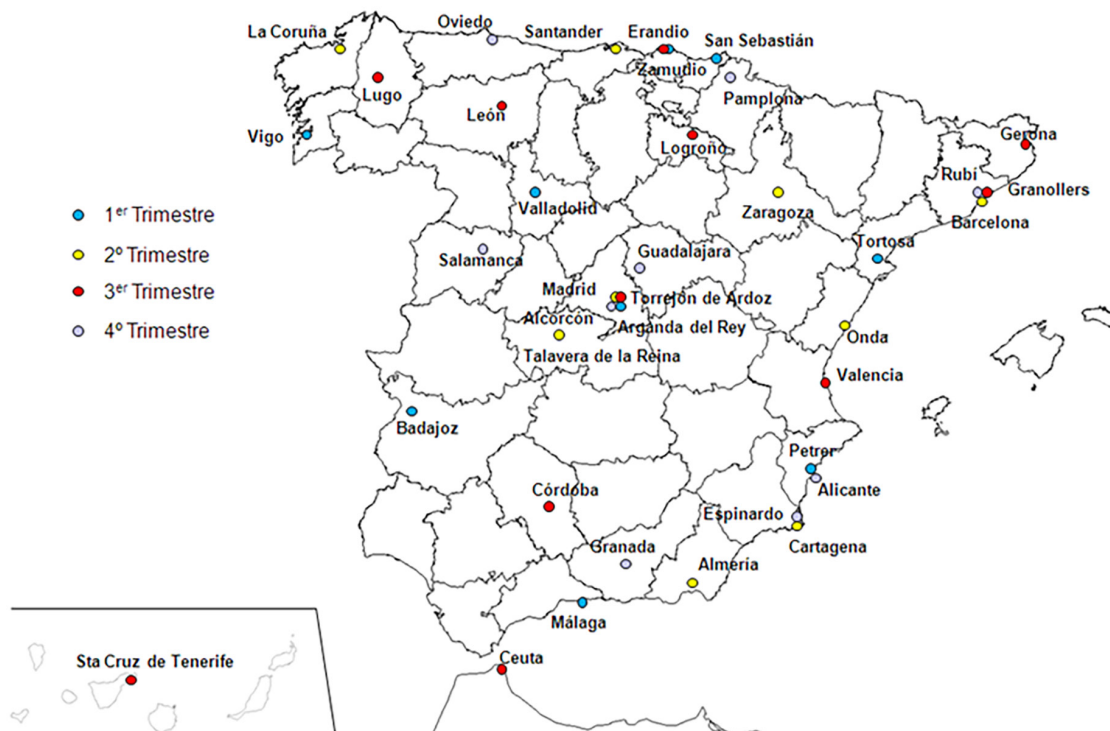


Figura 3.1. Distribución geográfica y temporal de la captación y recogida de las muestras.

3.4. Selección de sustancias de interés

La selección de las sustancias químicas a evaluar y sus correspondientes biomarcadores de exposición, es determinante en los estudios de biomonitorización humana. En BIOAMBIENT.ES la selección de sustancias se realizó de acuerdo a los siguientes criterios:

Conocimiento constatado o sospecha de causar efectos adversos en la salud humana.

- Evidencia de su extendida presencia en el medio ambiente con previsible contacto y/o transferencia al ser humano.
- Persistencia y/o bioacumulación a lo largo de la cadena trófica.
- Evidencia de niveles en aumento o reciente emergencia en el medio ambiente.
- Existencia de estrategias políticas de control y biovigilancia, con su correspondiente inclusión en tratados o convenciones internacionales. En este caso se han tenido particularmente en cuenta aquellos incluidos en el Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes, así como los considerados como prioritarios por el equipo de expertos europeos ESBIO.

Los biomarcadores seleccionados se detallan en la tabla 3.2. Algunos biomarcadores se analizaron en una submuestra de la población participante, ya que no se incluyeron inicialmente en el diseño original del estudio y, por lo tanto, hubo restricciones en la disponibilidad de volumen de muestra. En estos casos, siempre se han mantenido los pesos relativos a las variables del diseño.

La selección de matrices, una vez priorizadas las sustancias químicas, precisa de una serie de consideraciones, desde la toxicocinética como factor determinante, hasta la disponibilidad de técnicas analíticas que permitan el análisis del biomarcador de interés a las concentraciones en las está presente en dicha matriz. La sangre, por estar en contacto y en equilibrio con los diferentes tejidos del organismo, es la opción ideal para analizar las concentraciones de un gran número de compuestos, en especial los compuestos persistentes. Sin embargo, su carácter invasivo es un inconveniente que limita el volumen de muestra que se puede obtener y, además puede influir negativamente en la participación en los estudios de BMH (Rockett *et al.*, 2004). Por otro lado, la sangre no sería la matriz biológica de elección para los compuestos rápidamente metabolizables, que suelen analizarse en la orina. En ocasiones, hay que recurrir al análisis de metabolitos en lugar del compuesto parental, por ejemplo, cuando la toxicocinética del compuesto haga difícil su análisis o exista un alto riesgo de contaminación externa, como sucede en el caso de los ftalatos en los que se determinan los metabolitos urinarios.

En muchos casos, la concentración del compuesto en cada una de las matrices biológicas aporta distinta información, pudiendo reflejar patrones de exposición diferentes o exposición a distintas especies del contaminante. Los niveles de mercurio en orina, por ejemplo, se asocian con exposición a mercurio inorgánico, mientras que los niveles de mercurio en pelo reflejan la exposición a especies orgánicas de mercurio, principalmente a metilmercurio. De manera que, el análisis de este metal en orina o pelo ofrece información muy diferente y la elección de una u otra matriz (o ambas) dependerá de la exposición que se quiera valorar (ATSDR, 1999). Además, la concentración de un compuesto en diferentes matrices biológicas no sólo refleja diferencias en rutas de exposición o especies químicas, sino también diferencias relacionadas con el momento en el que ocurrió la exposición. Por ejemplo, la concentración de cadmio en sangre indica una exposición reciente mientras que en orina refleja exposición a lo largo del tiempo, aportando información sobre la carga corporal de este metal (ATSDR, 2012).

3.5. Cuestionario epidemiológico

Se empleó un cuestionario epidemiológico auto-administrado diseñado *ad hoc*, que recogía datos socio-demográficos básicos, así como información sobre dieta, hábitos y estilo de vida y condiciones ambientales del entorno. Gran parte de las preguntas estaban dirigidas a recoger información sobre la frecuencia de consumo de alimentos (anexo I). La información se completó con los datos del reconocimiento médico laboral.

3.6. Consideraciones éticas

En lo que respecta a los aspectos éticos, BIOAMBIENT.ES se ajustó a la legislación vigente en materia de principios éticos y los derechos del participante para los estudios que implican la utilización de muestras humanas, incluidos los estudios de biomonitorización. En el momento de realizar el estudio eran la Ley 41/2002 reguladora de la Autonomía del Paciente y de los Derechos y Obligaciones en Materia de Información y Documentación Sanitaria, en la Ley 14/1986 General de Sanidad y en la Ley 14/2007 de Investigación Biomédica.

Tal y como recoge en el artículo 5.1 de dicha ley, se tomaron las medidas oportunas para la protección y el tratamiento de los datos de carácter personal (Ley Orgánica 15/1999). La información sobre las

determinaciones analíticas de las muestras donadas y sobre los datos recogidos mediante los cuestionarios fue codificada, y el acceso a la misma se limitó al personal autorizado.

BIOAMBIENT.ES contó con la aprobación del Comité Ético Científico de Ibermutuamur. Los participantes firmaron un documento de Consentimiento Informado, aceptando tanto la participación en el estudio, como la inclusión de sus muestras en una colección y de sus datos personales en bases de datos para su tratamiento y análisis. Así mismo se estableció la posibilidad de informar a través de los servicios sanitarios de resultados que requirieran de actuación preventiva inmediata.

Tabla 3.2. Biomarcadores, matrices y número de muestras incluidas en el análisis de resultados.

METALES Y ELEMENTOS TRAZA	Nº CAS	Matriz	Nº muestras
Cadmio	7440-43-9	Sangre	1879
		Orina	1770
Cobalto	7440-48-4	Orina	1537
Mercurio	7439-97-6	Pelo	577
		Sangre	1880
		Orina	1704
Plomo	7439-92-1	Sangre	1880
		Orina	1694
Selenio	7782-49-2	Sangre	303
Talio	7440-28-0	Orina	1584

COMPUESTOS ORGÁNICOS	Nº CAS	Matriz	Nº muestras
Metabolitos de hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP) 1-hidroxipireno Σ1,2,3,4 y 9-hidroxifenantrenos	5315-79-7 ND*	Orina	959
Bifenilos policlorados (PCB) PCB 28 (2,4,4' -triclorobifenilo) PCB 52 (2,2',5,5'-tetraclorobifenilo) PCB 101 (2,2',4,5,5'-pentaclorobifenilo) PCB 138 (2,2',3,4,4',5'-hexaclorobifenilo) PCB 153 (2,2',4,4',5,5'-hexaclorobifenilo) PCB 180 (2,2',3,4,4',5,5'-heptaclorobifenilo)	7012-37-5 35693-99-3 37680-73-2 35065-28-2 35065-27-1 35065-29-3	Suero	1879
Plaguicidas organoclorados (OCP) Aldrín Endrín Dieldrín heptacloro heptacloro epóxido 4,2-DDT (4,2-dicloro difenil tricloroetano) 4,4-DDT (4,4- dicloro difenil tricloroetano) 4,2-DDE (4,2-dicloro difenil dicloroetileno) 4,4-DDE (4,4-dicloro difenil dicloroetileno) HCB (hexaclorobenceno) α-HCH (alfa-hexaclorociclohexano) β-HCH (beta-hexaclorociclohexano) γ-HCH (gamma-hexaclorociclohexano)	309-00-2 72-20-8 60-57-1 76-44-8 1024-57-3 789-02-6 50-29-3 3424-82-6 72-55-9 118-74-1 319-84-6 319-85-7 58-89-9	Suero	934
Retardantes de llama bromados Polibromodifenil éteres (PBDE) PBDE-28 (2,4,4'-tribromodifeniléter) PBDE-47 (2,2',4,4'-tetrabromodifeniléter) PBDE-99 (2,2',4,4',5-pentabromodifeniléter) PBDE-100 (2,2',4,4',6-Pentabromodifeniléter) PBDE-153 (2,2',4,4',5,5'-hexabromodifeniléter) PBDE-154 (2,2',4,4',5,6'-hexabromodifeniléter) PBDE-183 (2,2',3,4,4',5,6-heptabromodifeniléter)	41318-75-6 5436-43-1 60348-60-9 189084-64-8 68631-49-2 207122-15-4 207122-16-5	Suero	719

<p>PBDE Alto grado de bromación</p> <p>PBDE 196 (2,2', 3,3', 4,4', 5, 6- octabromodifenil éter)</p> <p>PBDE 197 (2,2', 3,3', 4,4', 6,6'- octabromodifenil éter)</p> <p>PBDE 203 (2,2', 3,4,4', 5,5',6- octabromodifenil éter)</p> <p>PBDE 209 (2,2',3,3',4,4',5,5',6,6'-decabromodifenil éter)</p>	<p>446255-39-6</p> <p>117964-21-3</p> <p>1163-19-5</p> <p>337513-72-1</p>	Suero	399
<p>Retardantes de llama emergentes</p> <p>EHTBB (2-etilhexil-2,3,4,5-tetrabromobenzoato)</p> <p>BTBPE (1,2-bis(2,4,6-tribromofenoxi) etano)</p> <p>DBDPE (decabromodifeniletano)</p> <p>TBBPA-DBPE (tetrabromobisfenol A –bis (2,3-dibromopropil éter))</p>	<p>183658-27-7</p> <p>37853-59-1</p> <p>84852-53-9</p> <p>21850-44-2</p>		
<p>Compuestos perfluorados (PFAS)</p> <p>PFOS (ácido perfluorooctanosulfónico)</p> <p>PFOA (ácido perfluorooctanoico)</p> <p>PFHxS (ácido perfluorohexanosulfónico)</p> <p>PFNA (ácido perfluorononanoico)</p> <p>PFDA (ácido perfluorodecanoico)</p> <p>N-MeFOSAA (acetato de 2-(N-metilperfluorooctanosulfonamida)</p>	<p>1763-23-1</p> <p>335-67-1</p> <p>355-46-4</p> <p>375-95-1</p> <p>335-76-2</p> <p>2355-31-9</p>	Suero	755

PLASTIFICANTES Y SUSTITUTOS	METABOLITOS ANALIZADOS EN ORINA	N° CAS	N° muestras
DMP (dimetil ftalato) CAS 131-11-3	MMP (mono-metil ftalato)	4376-18-5	392
DEP (dietil ftalato) CAS 84-66-2	MEP (monoetil ftalato)	2306-33-4	
BBzP (Butilbencil ftalato) CAS 85-68-7	MBzP (monobencil ftalato)	2528-16-7	
DiBP (Diisobutil ftalato) CAS 84-69-5	MiBP (monoisobutil ftalato)	30833-53-5	
	2OH-MiBP (2OH-monoisobutil ftalato)	64339-39-5	
DnBP (Di- <i>n</i> -butil ftalato) CAS 84-74-2	MnBP (mono- <i>n</i> -butil ftalato)	131-70-4	
	3OH-MnBP (3OH-mono- <i>n</i> -butil ftalato)	570074-43-8	
DCHP (Diciclohexil ftalato) CAS 84-61-7	MCHP (mono-ciclohexil ftalato)	7517-36-4	
DnPeP (Di- <i>n</i> -pentil ftalato) CAS 131-18-0	MnPeP (mono- <i>n</i> -pentil ftalato)	24539-56-8	
DEHP (Di(2-etilhexil) ftalato) CAS 117-81-7	MEHP (mono(2-etilhexil) ftalato)	4376-20-9	
	5-OH-MEHP (mono(2-etil-5-hidroxihexil) ftalato)	40321-99-1	
	5-oxo-MEHP (mono(2-etil-5-oxohexil) ftalato)	40321-98-0	
	5-cx-MEPP (mono(2-etil-5-carboxipentil) ftalato)	40809-41-4	
DiNP (Diisononil ftalato) CAS 28553-12-0	OH-MiNP (7-OH-(mono-metiloctil) ftalato)	ND	
	oxo-MiNP (7-oxo-(mono-metiloctil) ftalato)	ND	
	cx-MiNP (7-carboxi-(mono-metilheptil) ftalato)	ND	
DiDP (Diisodecil ftalato) y DPHP (Dipropilheptil ftalato) CAS 26761-40-0 y 53306-54-0	OH-MiDP (6-OH-mono-propilheptil ftalato)	1372605-11-2	
	oxo-MiDP (6-oxo-mono-propilheptil ftalato)	ND	
	cx-MiDP (mono (2,7-metil-7-carboxiheptil) ftalato)	ND	
DnOP (Di- <i>n</i> octil ftalato) CAS 117-84-0	MnOP (mono- <i>n</i> -octil ftalato)	5393-19-1	
	M CPP (mono-carboxipropil ftalato)	66851-46-5	
DINCH (diisononil ciclohexano-1,2-dicarboxilato) CAS 166412-78-8	OH-MiNCH ácido ciclohexano-1,2-dicarboxílico mono (hidroxi-isononil éster)	1637562-52-7	
	oxo-MiNCH ácido ciclohexano-1,2-dicarboxílico mono (oxo-isononil éster)	1588520-62-0	
	cx-MiNCH ácido ciclohexano-1,2-dicarboxílico mono (carboxi-isononil éster)	1637562-51-6	

*ND: no disponible

TRABAJO DE CAMPO

El trabajo de campo se desarrolló durante los años 2009 y 2010 bajo rigurosas medidas de garantía y control de calidad. Todos los centros de recogida de muestra emplearon el mismo material que fue proporcionado por el CNSA, con lotes previamente testados para la toma de muestras humanas, así como blancos de campo.

El equipo de campo compuesto por personal del Área de Toxicología del CNSA y del Departamento de Proyectos Sanitarios de Ibermutuamur, visitó cada uno de los centros de prevención para formar al personal sanitario responsable del reclutamiento, en las diferentes tareas del trabajo de campo (recogida, conservación y envío de las muestras y la documentación, así como asistencia en la realización del cuestionario auto-administrado). Además de la formación, se facilitó material de apoyo, que incluía instrucciones escritas detalladas para cada uno de los aspectos del muestreo y un vídeo explicativo para la toma de muestras de pelo (Esteban *et al.*, 2013).

Para facilitar la captación de voluntarios, se elaboró material de comunicación en diversos formatos (pósteres, folletos y banderolas) (figura 4.1).

Tras firmar el consentimiento informado, los participantes completaron el cuestionario epidemiológico y donaron muestras de sangre y orina, con el pelo como muestra adicional opcional.



Figura 4.1. Poster empleado en la captación de voluntarios de BIOAMBIENT.ES

Los participantes recogieron una muestra de la primera orina de la mañana, de acuerdo a las instrucciones facilitadas, en un bote de polipropileno previamente lavado con una solución de ácido nítrico al 10%, para eliminar la posible contaminación de fondo por metales. Hay que tener en cuenta que algunos materiales no son recomendables para determinados análisis. El material de vidrio, por ejemplo, no es aconsejable si se van a analizar metales traza (Cornelis *et al.*, 1995) y determinados tipos de plásticos, pueden influir en las determinaciones de ftalatos (Calafat y Needham, 2009). Así, las muestras de sangre para el análisis de metales, se recogieron en tubos especiales para el análisis de metales traza Vacuette® de 6 mL con heparina sódica. La extracción de sangre se realizó utilizando el mismo tipo de material en todos los centros y mediante una única punción (Esteban *et al.*, 2013).

La sangre destinada al análisis de compuestos orgánicos se recogió en tubos neutros S-Monovette® de polipropileno de 10 mL. Para la obtención del suero, las muestras se centrifugaron dentro de las 5 horas siguientes a su extracción.

Las muestras de orina y sangre se transportaron refrigeradas (4-8°C) desde los centros de prevención hasta el laboratorio central del CNSA (Majadahonda, Madrid), junto con las muestras de pelo y la documentación correspondiente (figura 4.2). Las muestras se recibieron en el laboratorio en un periodo máximo de 96 h tras la extracción.

Como medida de aseguramiento y control de la calidad de las muestras, se estableció un protocolo de recepción y aceptación de las muestras recibidas a su llegada al laboratorio central y finalmente las muestras aceptadas, fueron alicuotadas y conservadas a -20°C hasta el momento del análisis. Las muestras de pelo se conservaron a temperatura ambiente.



Figura 4.2. Embalaje isotérmico diseñado *ad hoc* para el transporte de muestras en BIOAMBIENT.ES

ANÁLISIS QUÍMICO

Todas las determinaciones analíticas, excepto los metabolitos de ftalatos y Hexamoll® DINCH, se realizaron en el laboratorio central del Área de Toxicología del CNSA. El análisis de ftalatos y DINCH se llevó a cabo en el Instituto de Prevención y Medicina Ocupacional de la Universidad de Bochum (IPA) en Alemania (Koch *et al.* 2003; 2007).

El análisis de metales y elementos traza en sangre y orina, se realizó por espectrometría de masas por plasma acoplado inductivamente (ICP-MS) en una sala blanca, con temperatura, presión y calidad de aire clase C, controladas según norma ISO 14644. El análisis de mercurio total en pelo se realizó en un analizador directo de mercurio (DMA-80) mediante método acreditado por ENAC nº 223/LE460.

El análisis de los compuestos orgánicos, se realizó por cromatografía gaseosa acoplada a espectrometría de masas en ionización química negativa, GC-MS (NCI), (Gomara *et al.* 2007) mientras que para los compuestos no persistentes y sus metabolitos se utilizó cromatografía líquida acoplada a espectrometría de masas en modo tándem (HPLC MS). La tabla 5.1 muestra un resumen de los métodos analíticos utilizados.

La sangre y la orina pueden experimentar variaciones dependiendo del estado fisiológico del individuo y del momento en que se recoge la muestra. Por este motivo, se determinaron dos parámetros adicionales para la normalización de las concentraciones de los analitos. En las muestras de orina se determinó la concentración de creatinina, y la concentración total de lípidos en el caso del suero.

La orina presenta diferentes grados de dilución, siendo éste un factor sobre el que no se puede ejercer control cuando se recoge una muestra de orina puntual. La presentación de resultados normalizados por creatinina, es una medida de control habitual para minimizar el efecto de dilución o concentración de la muestra, dado que los niveles de creatinina permanecen relativamente constantes en el ser humano frente al volumen de excreción urinario, que puede variar notablemente en función de la ingesta de líquidos (Barr *et al.* 2005). No obstante, hay valores de creatinina que pueden sugerir disfunción renal u otros problemas. Por este motivo, solo se consideraron válidas las muestras de orina con concentraciones entre 0,3 y 3,0 g creatinina/L orina (WHO, 1996).

Los biomarcadores que se determinan en suero o plasma, como es el caso de los compuestos orgánicos, generalmente son referidos a la concentración de lípidos totales en sangre. Existen diferentes métodos para el ajuste de lípidos, en este estudio se ha aplicado la siguiente fórmula (Bernert *et al.*, 2007):

$$\text{Lípidos Totales} = 2.27 * (\text{Colesterol total}) + \text{Triglicéridos} + 0.62 \text{ (g/L)}$$

Finalmente es importante señalar que las bajas concentraciones de estas sustancias químicas presentes en los estudios de BMH en población general, el riesgo de contaminación de las muestras y la complejidad de las técnicas analíticas utilizadas, entre otros factores, hace necesaria la aplicación de estrictas medidas de control y aseguramiento de la calidad, como ya se ha indicado (Esteban *et al.* 2015). En este sentido, el CNSA tiene implantando un sistema de gestión de la calidad basado en la norma UNE-EN ISO/IEC 17025. Las medidas adoptadas incluyen el control interno de calidad con materiales de referencia certificados, así como medidas de control de calidad externo, mediante la participación periódica en diferentes programas internacionales de comparación interlaboratorio (QMEQAS, AMAP, G-EQUAS). En la tabla 5.2 se muestran los ejercicios de intercomparación en los que se participó durante el periodo de análisis de las muestras de BIOAMBIENT.ES. En todos ellos se obtuvieron resultados satisfactorios.

Tabla 5.1: Resumen de los métodos analíticos empleados para la determinación de los diferentes biomarcadores.

<i>Biomarcadores de metales</i>						
Compuesto(s)	Matriz (volumen)	Pretratamiento de muestra	Preparación de muestra		Análisis instrumental	LC
			Extracción	Purificación		
Mercurio	Pelo (3 mg)	Trituración y pesada	NA	NA	DMA	0,01 µg/g
Metales (mercurio, cadmio, plomo, cobalto, talio)	Orina (200-400 µL)	Dilución (1:10) con HNO ₃ al 1%, excepto mercurio, dilución (1:10) HCl 2% y 20 ppb Au	NA	NA	ICP-MS (Hg, Pb, Co, Tl) DRC-ICP-MS (Cd)	0,05 µg/L 0,02 µg/L
Metales (mercurio, cadmio, plomo, selenio)	Sangre (50 µL)	Dilución (1:50) con Tritón X100, EDTA, hidróxido de tetrametilamonio y 1-propanol al 1%.	NA	NA	ICP-MS	0,05 - 5,00 µg/L
<i>Biomarcadores de los compuestos</i>						
Metabolitos de HAPs	Orina (10 mL)	Ajuste de pH 5.5 + digestión enzimática -glucuronidasa aril sulfatasa (12h, 37°C)	SPE, Bond Elut C18 500 mg	NA	HLPC-FD	0,05-0,03 µg/L
Metabolitos de ftalatos	Orina (300 µL)	Ajuste de pH 6 + digestión enzimática β-glucuronidasa aril sulfatasa (2,5h, 37°C)	NA	SPE C18, <i>on-line</i>	HPLC-MS/MS	1,00-0,20 µg/L
PCBs	Suero (1 mL)	Adición acetonitrilo y ácido fórmico	SPE, Oasis HLB 60 mg	Multicapa de gel de sílice (sílice neutra y sílice ácida 44%)	GC-MS (NCI)	1,00-0,005 µg/L

Compuesto(s)	Matriz (volumen)	Pretratamiento de muestra	Preparación de muestra		Análisis instrumental	LC
			Extracción	Purificación		
OCPs	Suero (1 mL)	Adición acetonitrilo y ácido fórmico	SPE, Sep Pack Plus Florisil 1000 mg	Multicapa de gel de sílice (sílice neutra y sílice ácida 44%)	GC-MS (NCI)	0,24-0,03 µg/L
PBDEs (tri-hepta bromados)	Suero (1 mL)	Adición acetonitrilo	LLE	Multicapa de gel de sílice (sílice neutra y sílice ácida 44%)	GC-MS (NCI)	0,50-0,20 µg/L
PBDEs (octa-deca) y retardantes de llama emergentes	Suero (1 mL)	Adición acetonitrilo y ácido fórmico	SPE, Oasis HLB 60 mg	Multicapa de gel de sílice (sílice neutra y sílice ácida 44%)	GC-MS (NCI)	0,02-0,01 µg/L
PFAS	Suero (100 µL)	Adición MeOH y acetonitrilo y ultracentrifugación en frío (4°C)	NA	SPE C18, <i>on-line</i>	HPLC-MS/MS	0,34-0,16 µg/L
<i>Parámetros de ajuste de concentración</i>						
Creatinina	Orina (0,5 µL)	Dilución (1/40) + adición ácido pícrico y tampón borato de Kit comercial (Spinreact) + agitación 20 min	NA	NA	Espectrofotometría (500 nm)	0,3 mg/mL
Lípidos	Suero (2,8 µL)	Adición tampón + enzimas de Kit comercial (Spinreact) + agitación 20 min	NA	NA	Espectrofotometría (500 nm)	0,01 mg/mL

NA: No aplica; LC = límite de cuantificación

Tabla 5.2: Participación en ejercicios de intercomparación de laboratorios durante el periodo de análisis de las muestras

Biomarcadores de metales					
Matriz	Compuesto(s)	Programa aseguramiento de la calidad ⁴	Periodo		
Pelo	Mercurio	QMEQAS	2008-2012		
		MHICP	2008-2012		
		COPHES/DEMOCOPHES ICI/EQUAS	2011-2012		
Orina	Cadmio	QMEQAS	2011-2013		
		G-EQUAS	2011		
		COPHES/DEMOCOPHES ICI/EQUAS	2011-2012		
	Cobalto, talio	QMEQAS	2009-2010; 2013-2014		
	Molibdeno	QMEQAS	2011-2012		
Sangre	Plomo	QMEQAS	2009-2012		
		Cadmio, mercurio, plomo	QMEQAS	2009-2011	
		Selenio	QMEQAS	2013	
Biomarcadores de los compuestos orgánicos					
Orina	Metabolitos HAPs	G-EQUAS (1-hidroxipireno)	2010-2012		
		PCBs	G-EQUAS (PCB 101, 138, 153, 180)	2010-2011	
			AMAP (PCB 138, 153, 180)	2010-2011	
		Suero	PBDEs	AMAP (PBDE 47, 99, 100, 153, 154, 183, 209)	2010-2011; 2016
				G-EQUAS (PFOA, PFOS)	2013
				AMAP (PFHxS, PFNA, PFOA, PFOS)	2013
Suero	OCPs	AMAP (p,p-DDT; HCB)	2014		
Parámetros de ajuste de concentración					
Orina	Creatinina	G-EQUAS	2010-2011		
		COPHES/DEMOCOPHES ICI/EQUAS	2011-2012		
Suero	Lípidos	AMAP	2010		

⁴ QMEQAS: Quebec Multielement External Quality Assessment Scheme. MHICP: Mercury Hair Interlaboratory Comparison Program. G-EQUAS: German External Quality Assessment Scheme AMAP: Arctic Monitoring and Assessment Programme. COPHES ICI/EQUAS: programa de garantía de calidad europeo COPHES.

ANÁLISIS DE DATOS

El análisis estadístico de los resultados obtenidos se llevó a cabo por el Centro Nacional de Epidemiología y por el Centro Nacional de Sanidad Ambiental, ambos pertenecientes al ISCIII.

En todos los análisis se ha tenido en cuenta la complejidad del diseño del estudio, con el fin de conseguir que los resultados pudieran aportar conclusiones aplicables a la población general española ocupada. Los pesos estadísticos se calcularon teniendo en cuenta los estratos (áreas geográficas), las unidades primarias de muestreo (centros de reconocimiento médico), los sectores económicos y el sexo, lo que permitió obtener estimaciones puntuales insesgadas y errores estándar robustos. El cálculo de pesos, se realizó mediante la siguiente fórmula:

$$w_{i,j,k} = \frac{\sum \text{número de muestras}_{i,j,k} * EPA\ 2009_{i,j,k}}{\text{número de muestras}_{i,j,k} * \sum EPA\ 2009_{i,j,k}}$$

donde i=área geográfica, j=sexo, k=sector.

Se utilizó la distribución de la muestra finalmente reclutada para cada una de las matrices analizadas, asignando a cada participante el inverso de la probabilidad de selección, respecto a la distribución de la población española ocupada por área geográfica, sector de actividad económica y sexo, según aparecen en la Encuesta de Población Activa del año 2009.

Para cada uno de los compuestos analizados se han calculado la media aritmética (MA) y geométrica (MG) con sus intervalos de confianza al 95% (IC95%), así como los percentiles 10, 25, 50, 75, 90 y 95. En relación a las medias obtenidas, la más utilizada en este tipo de estudios descriptivos es la MG, ya que es la mejor estimación de los niveles medios para datos que no se ajustan a una distribución normal y presentan una larga cola en la parte superior de la distribución, como ocurre en la mayor parte de los contaminantes estudiados. Esta medida está menos influida por valores extremos que la MA. Además de los resultados totales, las tablas descriptivas incluyen resultados estratificados por las variables de diseño del estudio: sexo, edad y área geográfica. También se incluye el porcentaje de muestras que se encontraron por debajo del límite de cuantificación (LC). Para el análisis estadístico, en aquellos casos en los que se encontraron muestras por debajo del límite de cuantificación, se imputó el valor del LC para el analito correspondiente, dividido entre la raíz cuadrada de dos. Todos los análisis se realizaron con el módulo específico del programa STATA v11 para el análisis de muestras de diseños complejos.

INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

BIOAMBIENT.ES se llevó a cabo, entre otros, con el objetivo conocer el grado exposición de la población adulta española y definir los valores de referencia para una serie de compuestos químicos seleccionados por su relevancia en salud pública. Los datos obtenidos son representativos de la población española trabajadora, a excepción de los laboralmente incapacitados, y por tanto no son directamente extrapolables a la totalidad de la población adulta, ya que deja fuera a sectores como mayores de 65 años y desempleados, que en el tercer trimestre del 2007, el momento del diseño, representaban el 8,07% pero cuando se realizó la captación de voluntarios en 2009 representaban ya el 18,8% según el INE⁵. No obstante, es la mejor estimación basal de referencia de la que se dispone para el conjunto de España, hasta el momento.

Por otro lado, la BMH permite estimar la concentración de una sustancia química (o sus metabolitos) en el organismo, dicha presencia no significa necesariamente la aparición de efectos adversos en la salud. En algunos casos, existe evidencia científica de los efectos tóxicos y riesgos asociados a una determinada concentración de una sustancia en el cuerpo humano (valores guía basados en salud). Sin embargo, en la mayor parte de los casos aún no se cuenta con suficiente información para establecer asociaciones inequívocas del binomio exposición-efectos en la salud.

En ese sentido es importante definir brevemente algunos conceptos que se emplean comúnmente en la interpretación de los resultados y también en este informe. Los **valores de referencia** representan la concentración de un compuesto químico en la población o sector de población, como consecuencia de su exposición en un momento concreto. Generalmente estos valores se definen en base al **percentil 95 (P95)** y su correspondiente intervalo de confianza. Los valores de referencia no son indicativos de posibles efectos en salud, ya que son simplemente una descripción estadística de los niveles que presenta la población seleccionada en el momento del estudio.

Nos parece importante mencionar en esta monografía el [HBM4EU dashboard](#), desarrollado en el marco del proyecto europeo HBM4EU. Se trata de una herramienta de consulta de datos de BMH que incluye valores de referencia y otros parámetros descriptivos de más de 200 estudios de BMH europeos para un gran número de sustancias químicas de interés en salud pública.

⁵ <https://www.ine.es/daco/daco42/daco4211/epa0409.pdf>

Para interpretar los niveles de un compuesto en el organismo desde el punto de vista toxicológico, es necesario definir **valores guía asociados con sus efectos en la salud** tomando como base diferentes tipos de estudios epidemiológicos. A continuación, se describen los más relevantes:

Los **valores guía definidos por la Comisión Alemana de Biomonitorización Humana (German HBM Commission)**. Estos valores se denominan HBM I y HBM II, en función del riesgo asociado para la salud y se definen a partir de los resultados de estudios toxicológicos y epidemiológicos en el ser humano. Los valores por debajo del valor HBM I no representan riesgo para la salud y no requieren intervención. Una concentración superior al valor HBM II, implica un riesgo de aparición de efectos adversos, y por tanto, requiere intervención. Cuando la concentración de un determinado biomarcador se encuentra entre los dos valores, no se puede excluir la posibilidad de que aparezcan efectos adversos sobre la salud.

Recientemente, en el marco del proyecto europeo **HBM4EU** se han desarrollado los **Valores Guía de Biomonitorización Humana** derivados para la población general (**HBM-GVGenPop**) que representan la concentración de una sustancia o sus metabolitos específicos en matrices biológicas humanas por debajo de la cual, según los conocimientos actuales existentes, no se prevé ningún riesgo de deterioro de la salud y, en consecuencia, no es necesario actuar. Guardan cierta similitud con los HBM I de la Comisión Alemana de BMH.

Como ya se ha indicado anteriormente, es reducido el número de sustancias químicas que disponen de valores guía basados en estudios epidemiológicos sólidos que puedan vincular directamente los datos de BMH con los efectos en salud. En su ausencia, se han desarrollado enfoques alternativos para facilitar la interpretación de los resultados de BMH, como son la utilización de valores derivados de modelos farmacocinéticos o el uso de los límites superiores de exposición de la población general. Estos valores orientativos se pueden utilizar para identificar grupos altamente expuestos y/o priorizar sustancias químicas para la gestión de riesgos.

Una aproximación para interpretar los valores de exposición obtenidos en los estudios de BMH en un contexto de evaluación del riesgo son los **equivalentes de biomonitorización** (BE, por sus siglas en inglés) que se utilizan de forma sistemática por el Departamento de Salud del gobierno canadiense. Los BE se definen como la concentración de una sustancia química (o metabolito) que se encontraría en la matriz humana en cuestión, si esa persona estuviese expuesta a los valores guía de exposición o los criterios de toxicidad que se tomen como base, incluidas las dosis de referencia y las concentraciones de referencia (RfD y RfC), los niveles mínimos de riesgo (MRL) o las ingestas diarias tolerables (TDI).

La base de datos **Human Biomonitoring Health-Based Guidance Value (HB2GV) Dashboard**, recientemente creada por el Grupo Internacional de Trabajo en Valores Guía de BMH (i-HBM), contiene una compilación de los diferentes tipos de valores mencionados, que resultan útiles a la hora de interpretar los datos de BMH. Esta herramienta facilita la búsqueda de valores guía para biomarcadores específicos y permite a los usuarios comparar un valor de referencia poblacional con estos valores guía. La base de datos contiene actualmente los siguientes tipos de valores orientativos:

- Valor guía basado en tejidos
- Equivalentes de Biomonitorización (BE)
- German Human Biomonitoring Values (HBM I y HBM II)
- Valores Guía BMH basados en salud (HBM-GV)
- Valor de detección de sangre

En este informe, a continuación de las tablas de resultados, se incluyen los valores HBM I y II y HBM-GV-GenPop para aquellos biomarcadores en los que están disponibles.

Para terminar, es importante tener en cuenta las siguientes consideraciones generales a la hora de interpretar los resultados:

- 1) Los biomarcadores por sí mismos no permiten identificar la fuente de exposición, ya que la medida indica la cantidad total que es absorbida por el organismo por cualquier vía y fuente de exposición. En este sentido, el análisis de los niveles de los biomarcadores, junto a la información de los cuestionarios, permiten estudiar e identificar los factores determinantes de la exposición.
- 2) No detectar un biomarcador en una muestra biológica no significa necesariamente que la persona no haya estado expuesta al mismo. Puede ser que la metodología empleada no sea capaz de determinar analíticamente el compuesto en las concentraciones presentes. Otra posibilidad es que, tras la exposición, los compuestos hayan sido metabolizados y eliminados por el organismo antes de la toma de muestra.
- 3) En el caso en el que se analicen metabolitos en lugar del compuesto parental, hay que considerar que en algunos casos el mismo metabolito puede proceder de diferentes compuestos parentales. Además, aunque sea poco frecuente, la concentración de algunos metabolitos, puede deberse a la exposición directa a los mismos por estar presentes en el medio como tales (p. ej. DDE).
- 4) Existen diferencias individuales en la tasa de absorción, la distribución en los diferentes tejidos, el metabolismo y la eliminación de la sustancia química en cuestión, dependiente tanto de las características de la sustancia, como de las del propio individuo (sexo, edad, dieta, estado de salud, etc). Esto hace que una misma exposición pueda dar lugar a diferentes concentraciones del biomarcador correspondiente.
- 5) La susceptibilidad individual hace que una sustancia química, incluso en la misma concentración actúe en el organismo de forma diferente en cada individuo.
- 6) En la actualidad, lamentablemente, todas las estimaciones que se proponen para definir una dosis de referencia se hacen para compuestos de forma individual y no tienen en consideración el hecho de que, como hemos apuntado, el individuo se encuentra expuesto a mezclas complejas de muchos compuestos, por diferentes vías y de distinto origen. Mientras que una buena aproximación al efecto combinado no se introduzca en la evaluación del riesgo, los valores individuales deben ser tomados con mucha cautela.

Todos estos factores confieren complejidad a la interpretación de los resultados de BMH, especialmente a la hora de establecer asociaciones entre exposición y efectos en la salud, por lo que la comunicación de los resultados debe hacerse por profesionales y con especial cuidado para evitar crear alarmas innecesarias o, al contrario, para no subestimar los resultados en la identificación de aquellas sustancias que requieran de una intervención en salud pública por los actores competentes.

RESULTADOS: METALES Y ELEMENTOS TRAZA

8.1. Cadmio

El cadmio es un metal presente en la naturaleza en minerales asociado a zinc, plomo y cobre, por lo que se recupera como un subproducto de la minería, fundición y refinado del zinc y, en menor grado, de la del plomo y el cobre. Además, puede emitirse de forma no intencionada a la atmósfera durante la incineración de residuos y combustibles fósiles.

Los compuestos de cadmio se utilizan como estabilizantes en productos de PVC, como pigmentos, en aleaciones no ferrosas, en recubrimientos y en las baterías recargables de níquel-cadmio, así como en multitud de equipos eléctricos y electrónicos. También se ha utilizado como un agente anticorrosivo y está presente a bajas concentraciones en los fertilizantes fosfatados.

Se estima que, de los niveles de cadmio ambiental, el 90% provienen de fuentes antropogénicas y solo un 10% de fuentes naturales, como la actividad volcánica e incendios forestales.

Para la población general la fuente principal de exposición a **cadmio es el tabaquismo** (Sánchez-Rodríguez *et al.* 2015), mientras que la dieta, a través del aporte de los fertilizantes fosfatados a los cultivos, representa la principal fuente de exposición para la población no fumadora (ATSDR,2007).

La figura 8.1.1. presenta las fuentes de exposición más importantes, las matrices biológicas donde se ha analizado y los posibles efectos adversos sobre la salud.

En la figura 8.1.2. se presentan los resultados obtenidos en función del sexo, edad y área geográfica en sangre (exposición reciente) y orina (exposición crónica).

Las tablas 8.1.1.-3. muestran los resultados descriptivos de cadmio: media aritmética (MA), media geométrica (MG) y percentiles en sangre ($\mu\text{g/L}$), orina ($\mu\text{g/L}$) y orina ajustada a creatinina ($\mu\text{g/g}$).

En la tabla 8.1.4. y figura 8.1.3 se presenta la comparativa de los valores (MG y P95) hallados en BIOAMBIENT.ES con valores de otros países en estudios semejantes (población y año).

La tabla 8.1.5. recoge los valores guía basados en efectos en la salud descritos en la literatura para el cadmio y en la figura 8.1.4. se representa el porcentaje de la población analizada en BIOAMBIENT.ES con niveles de cadmio en orina por encima de los valores guía HBM I y HBM II definidos por la Comisión Alemana de Biomonitorización Humana.

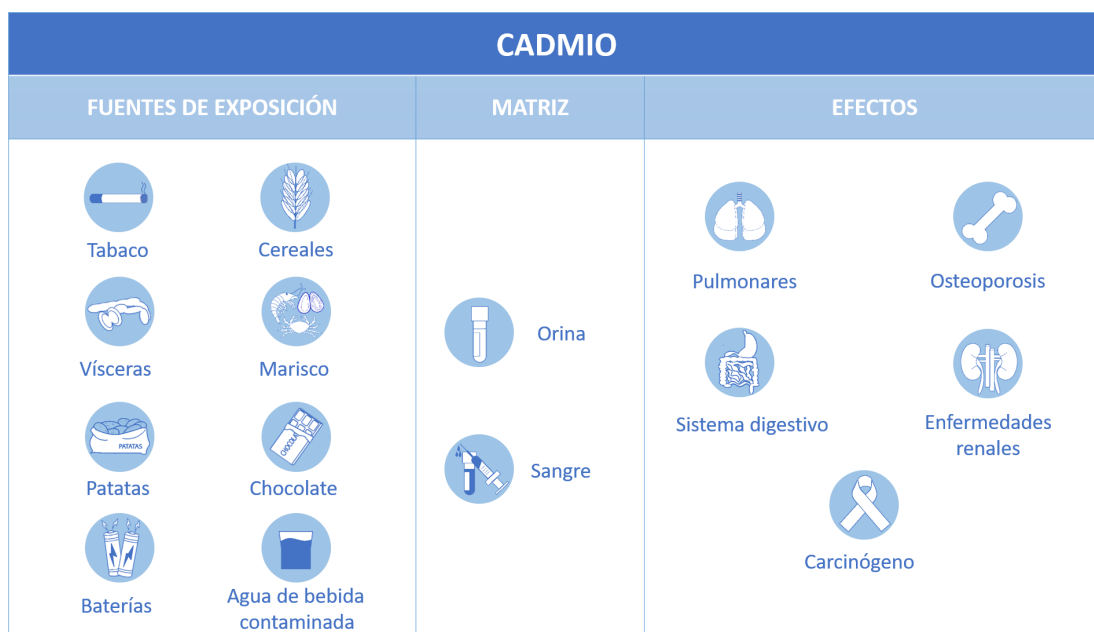
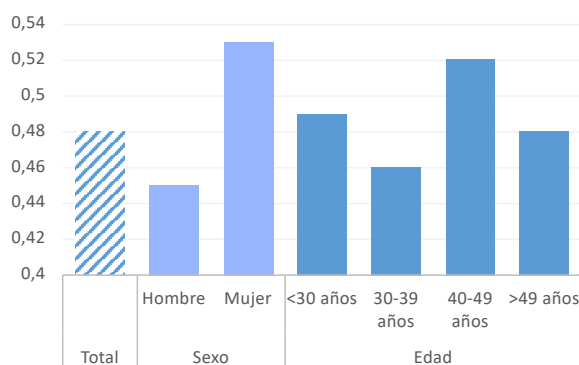


Figura 8.1.1. Infografía del cadmio: fuentes de exposición, matrices biológicas analizadas y posibles efectos adversos sobre la salud.

Cadmio en sangre ($\mu\text{g/L}$)



Cadmio en orina ($\mu\text{g/g creat.}$)

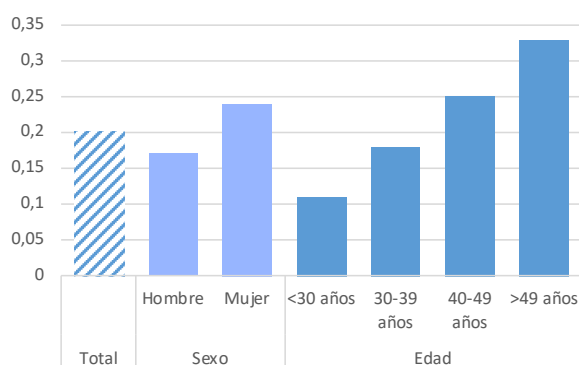


Figura 8.1.2. Medias geométricas (MG) de cadmio en sangre ($\mu\text{g/L}$) y en orina -corregida por creatinina ($\mu\text{g/g}$) en función del sexo, edad y área geográfica

Tabla 8.1.1. Media aritmética (MA) media geométrica (MG) y percentiles seleccionados de la concentración de cadmio en orina ($\mu\text{g/L}$) para la población estudiada. Porcentaje de muestras por debajo del límite de cuantificación (LC). LC= 0,02 $\mu\text{g/L}$.

Variable	Grupo	N	MA	MG	P10	P25	P50	P75	P90	P95	<LC (%)
Total		1770	0,38 (0,35 - 0,42)	0,28 (0,25 - 0,30)	0,11	0,17	0,28	0,48	0,76	1,03	2,10
Sexo	Hombre	897	0,38 (0,33 - 0,42)	0,27 (0,24 - 0,30)	0,10	0,17	0,25	0,46	0,76	1,09	1,30
	Mujer	873	0,40 (0,37 - 0,43)	0,28 (0,26 - 0,31)	0,11	0,18	0,30	0,49	0,76	0,98	3,00
Edad	<30 años	327	0,24 (0,21 - 0,26)	0,17 (0,15 - 0,20)	0,06	0,12	0,19	0,30	0,43	0,59	4,90
	30-39 años	725	0,35 (0,33 - 0,37)	0,27 (0,25 - 0,29)	0,12	0,17	0,26	0,44	0,69	0,86	1,50
	40-49 años	452	0,44 (0,37 - 0,52)	0,33 (0,29 - 0,38)	0,15	0,20	0,33	0,58	0,88	1,18	1,10
	>49 años	257	0,56 (0,48 - 0,64)	0,38 (0,32 - 0,46)	0,13	0,22	0,38	0,72	1,27	1,57	2,30
Área	Galicia	134	0,43 (0,35 - 0,50)	0,31 (0,24 - 0,41)	0,13	0,19	0,31	0,52	0,78	1,14	1,50
	Asturias-Cantabria	96	0,39 (0,34 - 0,44)	0,27 (0,23 - 0,32)	0,10	0,16	0,25	0,52	0,97	1,27	2,10
	País Vasco	134	0,33 (0,25 - 0,41)	0,26 (0,20 - 0,35)	0,12	0,17	0,25	0,43	0,66	0,90	0,00
	Navarra-La Rioja-Aragón	137	0,40 (0,36 - 0,44)	0,25 (0,20 - 0,32)	0,06	0,14	0,31	0,47	0,96	1,16	6,60
	Cataluña	235	0,38 (0,28 - 0,48)	0,28 (0,23 - 0,35)	0,13	0,17	0,26	0,48	0,69	1,18	1,70
	Castilla y León	148	0,35 (0,28 - 0,42)	0,25 (0,22 - 0,28)	0,10	0,16	0,25	0,41	0,69	1,11	1,40
	Madrid	190	0,42 (0,32 - 0,52)	0,29 (0,23 - 0,37)	0,11	0,17	0,26	0,48	0,84	1,09	0,00
	Cast.-Man.- Extremadura	144	0,28 (0,16 - 0,41)	0,20 (0,12 - 0,35)	0,07	0,15	0,21	0,40	0,53	0,73	4,20
	C. Valenciana -Baleares	191	0,38 (0,27 - 0,49)	0,28 (0,18 - 0,42)	0,09	0,17	0,30	0,46	0,76	0,96	1,60
	Andalucía-Ceuta	218	0,42 (0,37 - 0,46)	0,30 (0,25 - 0,37)	0,12	0,19	0,30	0,53	0,80	0,99	1,40
	Murcia	95	0,34 (0,34 - 0,35)	0,22 (0,20 - 0,23)	0,05	0,15	0,22	0,44	0,76	1,12	7,40
	Islas Canarias	48	0,36 (0,32 - 0,40)	0,30 (0,23 - 0,40)	0,11	0,22	0,28	0,51	0,72	0,81	0,00

Tabla 8.1.2. Media aritmética (MA) media geométrica (MG) y percentiles seleccionados de la concentración de cadmio en orina ajustada a creatinina ($\mu\text{g/g creat.}$) para la población estudiada. Porcentaje de muestras por debajo del límite de cuantificación (LC). LC= 0,02 $\mu\text{g/L}$.

Variable	Grupo	N	MA	MG	P10	P25	P50	P75	P90	P95	<LC (%)
Total		1770	0,28 (0,25 - 0,31)	0,20 (0,18 - 0,22)	0,07	0,12	0,20	0,34	0,56	0,75	2,10
Sexo	Hombre	897	0,24 (0,21 - 0,27)	0,17 (0,15 - 0,20)	0,07	0,10	0,17	0,30	0,48	0,65	1,30
	Mujer	873	0,34 (0,30 - 0,38)	0,24 (0,21 - 0,27)	0,09	0,14	0,24	0,40	0,65	0,84	3,00
Edad	<30 años	327	0,15 (0,13 - 0,17)	0,11 (0,10 - 0,13)	0,04	0,08	0,12	0,20	0,28	0,36	4,90
	30-39 años	725	0,25 (0,22 - 0,28)	0,18 (0,17 - 0,20)	0,08	0,11	0,18	0,29	0,44	0,58	1,50
	40-49 años	452	0,34 (0,29 - 0,38)	0,25 (0,22 - 0,29)	0,10	0,16	0,25	0,42	0,63	0,87	1,10
	>49 años	257	0,46 (0,39 - 0,54)	0,33 (0,28 - 0,40)	0,12	0,19	0,35	0,60	0,92	1,32	2,30
Área	Galicia	134	0,31 (0,27 - 0,34)	0,23 (0,20 - 0,26)	0,08	0,14	0,22	0,38	0,56	0,84	1,50
	Asturias-Cantabria	96	0,28 (0,25 - 0,32)	0,19 (0,16 - 0,22)	0,08	0,10	0,16	0,35	0,64	0,84	2,10
	País Vasco	134	0,26 (0,18 - 0,33)	0,20 (0,16 - 0,25)	0,08	0,12	0,20	0,33	0,50	0,62	0,00
	Navarra-La Rioja-Aragón	137	0,26 (0,22 - 0,29)	0,16 (0,12 - 0,22)	0,04	0,08	0,19	0,38	0,51	0,58	6,60
	Cataluña	235	0,26 (0,18 - 0,35)	0,19 (0,14 - 0,25)	0,08	0,11	0,18	0,35	0,58	0,72	1,70
	Castilla y León	148	0,24 (0,20 - 0,27)	0,17 (0,15 - 0,19)	0,06	0,12	0,18	0,27	0,48	0,68	1,40
	Madrid	190	0,31 (0,22 - 0,40)	0,21 (0,16 - 0,27)	0,08	0,12	0,19	0,32	0,55	0,81	0,00
	Cast.-Man.-Extremadura	144	0,20 (0,12 - 0,28)	0,14 (0,08 - 0,24)	0,04	0,09	0,15	0,26	0,46	0,54	4,20
	C. Valenciana -Baleares	191	0,28 (0,19 - 0,38)	0,20 (0,13 - 0,32)	0,08	0,12	0,21	0,36	0,52	0,72	1,60
	Andalucía-Ceuta	218	0,34 (0,25 - 0,43)	0,24 (0,18 - 0,31)	0,09	0,14	0,25	0,43	0,69	0,91	1,40
	Murcia	95	0,23 (0,22 - 0,23)	0,16 (0,14 - 0,17)	0,05	0,10	0,17	0,32	0,48	0,54	7,40
	Islas Canarias	48	0,34 (0,33 - 0,34)	0,27 (0,26 - 0,28)	0,12	0,18	0,26	0,45	0,65	0,84	0,00

Tabla 8.1.3. Media aritmética (MA) media geométrica (MG) y percentiles seleccionados de la concentración de cadmio en sangre ($\mu\text{g/L}$) para la población estudiada. Porcentaje de muestras por debajo del límite de cuantificación (LC). LC= 0,05 $\mu\text{g/L}$.

Variable	Grupo	N	MA	MG	P10	P25	P50	P75	P90	P95	<LC (%)
Total		1879	0,70 (0,66 - 0,74)	0,48 (0,46 - 0,51)	0,20	0,27	0,43	0,86	1,58	2,13	1,00
Sexo	Hombre	962	0,68 (0,62 - 0,74)	0,45 (0,41 - 0,49)	0,18	0,24	0,38	0,82	1,62	2,13	0,80
	Mujer	917	0,73 (0,69 - 0,78)	0,53 (0,50 - 0,56)	0,23	0,32	0,47	0,88	1,54	2,14	1,20
Edad	<30 años	356	0,73 (0,64 - 0,83)	0,49 (0,43 - 0,56)	0,18	0,26	0,44	0,95	1,65	2,47	1,10
	30-39 años	773	0,66 (0,62 - 0,71)	0,46 (0,43 - 0,49)	0,19	0,26	0,40	0,78	1,46	1,90	1,20
	40-49 años	470	0,77 (0,67 - 0,87)	0,52 (0,46 - 0,59)	0,22	0,28	0,45	0,92	1,93	2,36	0,90
	>49 años	268	0,65 (0,55 - 0,75)	0,48 (0,43 - 0,54)	0,20	0,32	0,44	0,70	1,30	1,88	0,70
Área	Galicia	147	0,74 (0,55 - 0,93)	0,50 (0,42 - 0,59)	0,20	0,27	0,44	0,97	1,36	2,26	0,70
	Asturias-Cantabria	99	0,76 (0,70 - 0,83)	0,53 (0,52 - 0,55)	0,20	0,32	0,47	1,17	1,75	2,02	1,00
	País Vasco	149	0,62 (0,35 - 0,89)	0,43 (0,33 - 0,56)	0,19	0,27	0,36	0,70	1,39	2,02	2,00
	Navarra-La Rioja-Aragón	145	0,76 (0,66 - 0,86)	0,51 (0,43 - 0,61)	0,18	0,27	0,45	1,00	1,88	2,52	1,40
	Cataluña	247	0,71 (0,60 - 0,82)	0,50 (0,43 - 0,58)	0,21	0,28	0,43	0,76	1,54	2,16	0,00
	Castilla y León	153	0,84 (0,65 - 1,03)	0,51 (0,41 - 0,63)	0,18	0,27	0,42	0,94	2,32	2,81	0,00
	Madrid	199	0,81 (0,75 - 0,88)	0,56 (0,52 - 0,61)	0,20	0,30	0,54	1,08	1,90	2,43	0,50
	Cast.-Man.-Extremadura	150	0,63 (0,42 - 0,84)	0,46 (0,32 - 0,65)	0,20	0,27	0,39	0,80	1,39	1,68	0,70
	C. Valenciana-Baleares	205	0,61 (0,44 - 0,77)	0,40 (0,30 - 0,53)	0,16	0,25	0,36	0,68	1,49	1,90	4,40
	Andalucía-Ceuta	238	0,63 (0,55 - 0,71)	0,49 (0,43 - 0,55)	0,21	0,28	0,43	0,80	1,30	1,76	0,00
	Murcia	97	0,78 (0,54 - 1,03)	0,51 (0,44 - 0,59)	0,18	0,27	0,45	1,08	1,68	2,42	1,00
	Islas Canarias	50	0,54 (0,33 - 0,76)	0,39 (0,33 - 0,46)	0,17	0,21	0,33	0,65	1,27	2,07	0,00

Tabla 8.1.4. Comparativa con valores descritos en otros países

HOMBRES		BIOAMBIENT.ES		ALEMANIA ^{1,2}		CANADÁ ³		COREA DEL SUR ⁴		EEUU ⁵		FRANCIA ⁶	
Compuesto (matriz)	Unidades	MG	P95	MG	P95	MG	P95	MG	P95	MG	P95	MG	P95
Cadmio (orina)	µg/L	0,27	1,09	0,23	0,96	0,39	1,6	0,39	1,29	0,15	0,832	0,23	0,98
	µg/g creatinina	0,17	0,65	0,18	0,73	0,31	1,1	-	-	0,14	0,713	0,44	0,78
Cadmio (sangre)	µg/L	0,45	2,13	0,44	2,34	0,28	2,5	NA	NA	0,26	1,48	NA	NA

MUJERES		BIOAMBIENT.ES		ALEMANIA ^{1,2}		CANADÁ ³		COREA DEL SUR ⁴		EEUU ⁵		FRANCIA ⁶	
Compuesto (matriz)	Unidades	MG	P95	MG	P95	MG	P95	MG	P95	MG	P95	MG	P95
Cadmio (orina)	µg/L	0,28	0,98	0,23	0,96	0,4	2	0,37	1,46	0,16	1,07	0,18	0,93
	µg/g creatinina	0,24	0,84	0,18	0,73	0,44	1,9	-	-	0,22	1,08	0,28	0,93
Cadmio (sangre)	µg/L	0,53	2,14	0,44	2,34	0,34	2,7	NA	NA	0,3	1,53	NA	NA

NA= No Analizado. ¹ Becker *et al.*, 2002; ² Becker *et al.*, 2003; ³ Health Canada. 2013; ⁴ Choi *et al.*, 2017; ⁵ CDC, 2021; ⁶ Fréry *et al.*, 2011.

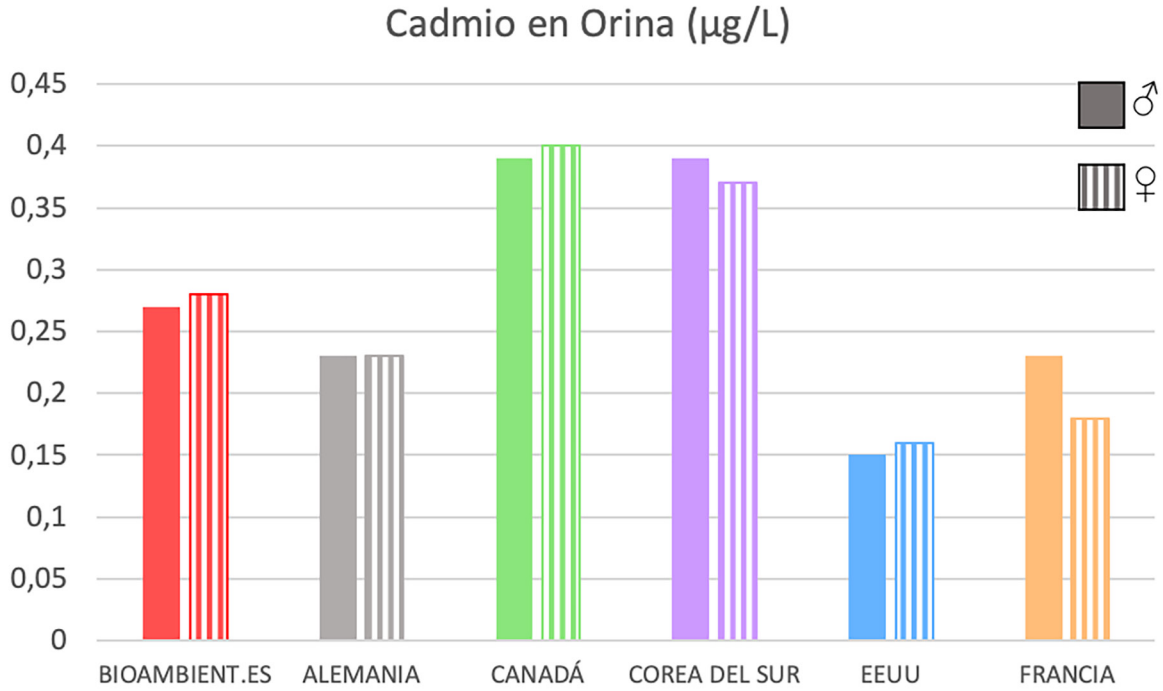


Figura 8.1.3. Gráficas comparativas de las medias geométricas (MG) obtenidas en BIOAMBIENT.ES con las descritas en otros países. Los hombres están representados en colores sólidos y las mujeres con trama de rayas.

Tabla 8.1.5. Valores guía basados en efectos en la salud

Compuesto	N° CAS	Matriz	Grupo de edad	Fuente	Valor guía de biomonitorización	Valor	Unidades	Ref.
Cadmio	7440-43-9	Orina	Adultos	German HBM Commission (2011)	HBM-I	1	$\mu\text{g/L}$	1
				HBM4EU (2021)	HBMGV _{GenPop}	1	$\mu\text{g/g creat}$	2
				German HBM Commission (2011)	HBM-II	4	$\mu\text{g/L}$	1

¹ Apel *et al.*, 2017; ² Lamkarkach *et al.*, 2021



Figura 8.1.4. Porcentaje de la población de BIOAMBIENT.ES con niveles de cadmio por encima de los valores guía basados en salud definidos por la Comisión Alemana de Biomonitorización Humana. (HBM I = $1\mu\text{g/L}$; HBM II = $4\mu\text{g/L}$).

8.2. Cobalto

El cobalto es un elemento magnético presente en el medio ambiente de forma natural, ya sea como metal brillante duro de color gris acero, o en combinación con otros elementos. La principal fuente de emisión es la quema de combustibles orgánicos, por tanto, se libera en multitud de procesos industriales y en el tráfico rodado (ATSDR, 2004).

El cobalto tiene múltiples aplicaciones. Está presente en las aleaciones utilizadas en turbinas de motores, en pigmentos de color azul y en los fertilizantes. Además, el cobalto se aplica como agente de secado en pinturas, tintas y como componente de esmalte de porcelana. También se emplea en catalizadores, en la producción de petróleo y gas, en la síntesis de poliéster, así como en la fabricación de electrodos de baterías, neumáticos y medios de grabación magnética. En medicina, se emplea en prótesis articulares y dentales, y el cobalto radiactivo en la quimioterapia del cáncer (ATSDR, 2004).

El cobalto es un elemento esencial en el ser humano. Forma parte de la vitamina B12 y su deficiencia puede llevar a anemia, aunque basta con consumir trazas para mantener la correcta homeostasis. La dieta es la fuente principal de ingestión de cobalto para la población. Una persona promedio consume cerca de 11 microgramos de cobalto al día en la dieta. Un exceso en la exposición de cobalto puede provocar efectos adversos en la salud, aunque sólo suele producirse tras altas exposiciones accidentales.

La figura 8.2.1. presenta las fuentes de exposición, la matriz analizada para este biomarcador y los posibles efectos adversos sobre la salud.

La figura 8.2.2. presenta los resultados en función del sexo, edad y área geográfica.

Los resultados descriptivos de media aritmética (MA), media geométrica (MG) y percentiles en orina ($\mu\text{g}/\text{L}$) y en orina ajustada a creatinina ($\mu\text{g}/\text{g}$) se presentan en las tablas 8.2.1. y 8.2.2.

La tabla 8.2.3. y figura 8.2.3. presenta la comparativa de los niveles de cobalto (MG y P95) de la población de BIOAMBIENT.ES aquellos descritos en estudios semejantes (población y año) realizados en otros países.

Por el momento no se han definido valores guía basados en efectos en la salud para el cobalto, aunque existen otros valores de referencia que pueden consultarse en [HB2GV Dashboard](#).





COBALTO		
FUENTES DE EXPOSICIÓN	MATRIZ	EFFECTOS
 Dieta	 Orina	 Daño pulmonar  Cardiomiopatía  Posible carcinógeno
 Quema de combustibles		
 Fertilizantes, pinturas, esmaltes porcelana		
 Cobalto radiactivo en radioterapia del cáncer	 Catalizadores de petróleo y gas	
	 Prótesis articulares	

Figura 8.2.1. Infografía del cobalto: fuentes de exposición, matriz biológica analizada y posibles efectos adversos sobre la salud

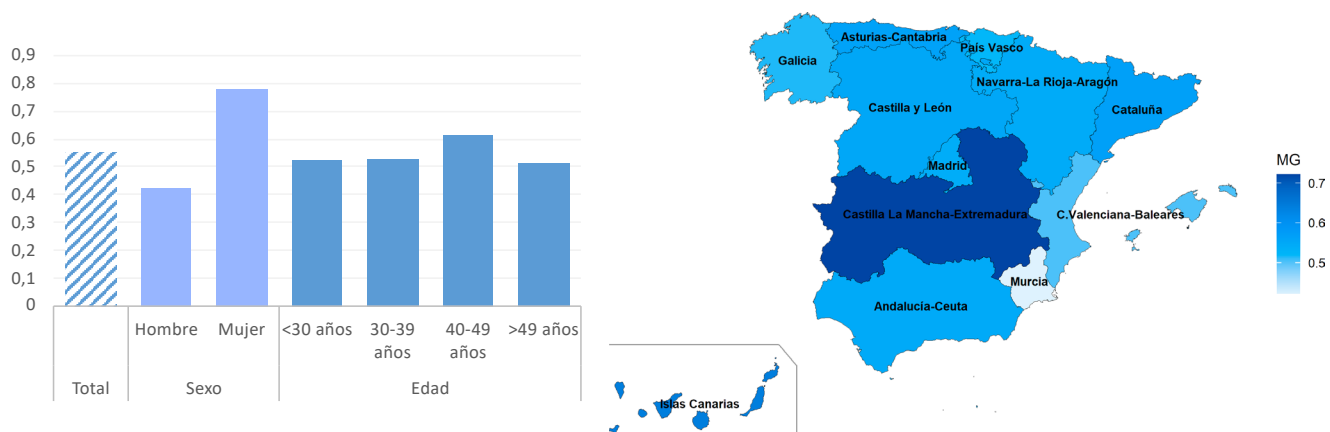


Figura 8.2.2. Resultados de cobalto en orina ajustada por creatinina ($\mu\text{g/g}$) en función del sexo, edad y área geográfica. MG= media geométrica

Tabla 8.2.1. Media aritmética (MA) media geométrica (MG) y percentiles seleccionados de la concentración de cobalto en orina ($\mu\text{g/L}$) para la población estudiada. Porcentaje de muestras por debajo del límite de cuantificación (LC). LC= 0,05 $\mu\text{g/L}$.

Variable	Grupo	N	MA	MG	P10	P25	P50	P75	P90	P95	<LC (%)
Total		1537	0,98 (0,92 - 1,04)	0,76 (0,72 - 0,81)	0,35	0,51	0,73	1,11	1,75	2,41	0,10
Sexo	Hombre	780	0,76 (0,72 - 0,80)	0,65 (0,61 - 0,69)	0,33	0,47	0,66	0,92	1,29	1,54	0,00
	Mujer	757	1,26 (1,15 - 1,37)	0,94 (0,86 - 1,02)	0,39	0,58	0,92	1,47	2,43	3,53	0,10
Edad	<30 años	280	1,01 (0,86 - 1,15)	0,81 (0,73 - 0,89)	0,40	0,54	0,79	1,04	1,66	2,50	0,00
	30-39 años	653	1,00 (0,92 - 1,08)	0,79 (0,73 - 0,85)	0,36	0,50	0,76	1,21	1,89	2,48	0,20
	40-49 años	388	1,06 (0,92 - 1,20)	0,79 (0,71 - 0,87)	0,34	0,53	0,71	1,15	2,08	3,11	0,00
	>49 años	209	0,72 (0,65 - 0,79)	0,61 (0,56 - 0,66)	0,30	0,42	0,62	0,88	1,16	1,40	0,00
Área	Galicia	121	0,89 (0,68 - 1,10)	0,70 (0,53 - 0,93)	0,30	0,50	0,67	0,93	1,44	2,63	0,00
	Asturias-Cantabria	78	1,02 (0,97 - 1,07)	0,78 (0,75 - 0,80)	0,35	0,50	0,72	1,08	2,29	2,82	0,00
	País Vasco	133	0,86 (0,77 - 0,94)	0,69 (0,61 - 0,78)	0,32	0,45	0,66	1,00	1,43	2,26	0,00
	Navarra-La Rioja-Aragón	123	1,06 (1,05 - 1,07)	0,85 (0,74 - 0,99)	0,43	0,54	0,85	1,25	1,94	2,26	0,00
	Cataluña	229	0,99 (0,84 - 1,14)	0,84 (0,73 - 0,97)	0,42	0,61	0,86	1,22	1,57	2,02	0,00
	Castilla y León	140	1,05 (0,79 - 1,30)	0,81 (0,62 - 1,06)	0,40	0,51	0,75	1,08	2,15	3,13	0,70
	Madrid	165	0,94 (0,91 - 0,97)	0,75 (0,74 - 0,77)	0,35	0,53	0,71	1,08	1,65	2,30	0,00
	Cast.-Man.-Extremadura	114	1,34 (1,03 - 1,64)	1,05 (0,85 - 1,30)	0,49	0,65	1,01	1,53	2,85	3,64	0,00
	C. Valenciana-Baleares	182	0,87 (0,70 - 1,04)	0,69 (0,63 - 0,77)	0,33	0,48	0,66	1,00	1,62	2,07	0,00
	Andalucía-Ceuta	190	1,04 (0,77 - 1,31)	0,71 (0,55 - 0,92)	0,27	0,43	0,68	1,27	1,89	2,81	0,00
Murcia	42	0,69 (0,53 - 0,86)	0,60 (0,47 - 0,76)	0,34	0,40	0,64	0,80	1,38	1,50	0,00	
Islas Canarias	20	0,86 (0,84 - 0,89)	0,72 (0,62 - 0,84)	0,32	0,55	0,68	1,02	2,08	2,25	0,00	

Tabla 8.2.2. Media aritmética (MA), media geométrica (MG) y percentiles seleccionados de la concentración de cobalto en orina ajustada a creatinina ($\mu\text{g/g creat.}$) para la población estudiada. Porcentaje de muestras por debajo del límite de cuantificación (LC). LC= 0,05 $\mu\text{g/L}$

Variable	Grupo	N	MA	MG	P10	P25	P50	P75	P90	P95	<LC (%)
Total		1537	0,71 (0,66 - 0,76)	0,55 (0,52 - 0,58)	0,27	0,35	0,51	0,75	1,27	1,93	0,10
Sexo	Hombre	780	0,47 (0,45 - 0,50)	0,42 (0,39 - 0,44)	0,23	0,30	0,41	0,55	0,74	0,94	0,00
	Mujer	757	1,00 (0,91 - 1,10)	0,78 (0,73 - 0,84)	0,36	0,52	0,71	1,10	1,98	2,79	0,10
Edad	<30 años	280	0,66 (0,58 - 0,74)	0,52 (0,48 - 0,58)	0,25	0,34	0,48	0,80	1,08	1,71	0,00
	30-39 años	653	0,68 (0,63 - 0,73)	0,53 (0,50 - 0,57)	0,26	0,35	0,50	0,74	1,25	1,80	0,20
	40-49 años	388	0,85 (0,69 - 1,00)	0,61 (0,55 - 0,68)	0,30	0,38	0,55	0,80	1,70	2,45	0,00
	>49 años	209	0,60 (0,53 - 0,66)	0,51 (0,47 - 0,56)	0,27	0,36	0,52	0,69	0,97	1,24	0,00
Área	Galicia	121	0,64 (0,57 - 0,71)	0,52 (0,43 - 0,61)	0,25	0,33	0,49	0,75	1,17	1,57	0,00
	Asturias-Cantabria	78	0,71 (0,67 - 0,75)	0,56 (0,52 - 0,61)	0,28	0,35	0,52	0,76	1,64	1,91	0,00
	País Vasco	133	0,64 (0,55 - 0,73)	0,52 (0,43 - 0,62)	0,26	0,33	0,48	0,71	1,18	1,80	0,00
	Navarra-La Rioja-Aragón	123	0,67 (0,57 - 0,76)	0,54 (0,47 - 0,63)	0,27	0,37	0,51	0,74	1,28	1,63	0,00
	Cataluña	229	0,69 (0,60 - 0,77)	0,57 (0,50 - 0,64)	0,28	0,37	0,56	0,73	1,18	1,69	0,00
	Castilla y León	140	0,70 (0,54 - 0,87)	0,55 (0,42 - 0,73)	0,28	0,38	0,48	0,74	1,53	2,31	0,70
	Madrid	165	0,69 (0,64 - 0,74)	0,54 (0,51 - 0,57)	0,25	0,36	0,50	0,78	1,35	1,83	0,00
	Cast.-Man.-Extremadura	114	0,97 (0,77 - 1,18)	0,72 (0,58 - 0,90)	0,32	0,45	0,64	0,99	2,29	2,84	0,00
	C. Valenciana-Baleares	182	0,63 (0,54 - 0,72)	0,50 (0,45 - 0,56)	0,25	0,33	0,45	0,73	1,08	1,52	0,00
	Andalucía-Ceuta	190	0,80 (0,56 - 1,04)	0,55 (0,45 - 0,67)	0,25	0,36	0,50	0,75	1,34	2,32	0,00
	Murcia	42	0,50 (0,46 - 0,54)	0,42 (0,35 - 0,50)	0,21	0,29	0,40	0,58	0,95	1,42	0,00
	Islas Canarias	20	0,77 (0,55 - 1,00)	0,64 (0,47 - 0,88)	0,34	0,44	0,63	0,72	1,76	2,04	0,00

Tabla 8.2.3. Comparativa con valores descritos en otros países

HOMBRES		BIOAMBIENT.ES		CANADÁ ¹		EEUU ²		FRANCIA ³	
Compuesto (Matriz)	Unidades	MG	P95	MG	P95	MG	P95	MG	P95
Cobalto (orina)	µg/L	0,65	1,54	0,21	0,81	0,32	0,96	0,22	0,70
	µg/g creatinina	0,42	0,94	0,17	0,68	0,3	0,86	0,15	0,57

MUJERES		BIOAMBIENT.ES		CANADÁ ¹		EEUU ²		FRANCIA ³	
Compuesto	Unidades	MG	P95	MG	P95	MG	P95	MG	P95
Cobalto (orina)	µg/L	0,94	3,53	0,25	1,1	0,34	1,49	0,26	1,95
	µg/g creatinina	0,78	2,79	0,28	0,98	0,46	1,54	0,27	1,45

¹ Health Canada. 2013; ² CDC, 2021; ³ Fréry *et al.*, 2011. MG = Media geométrica. P95= percentil 95.

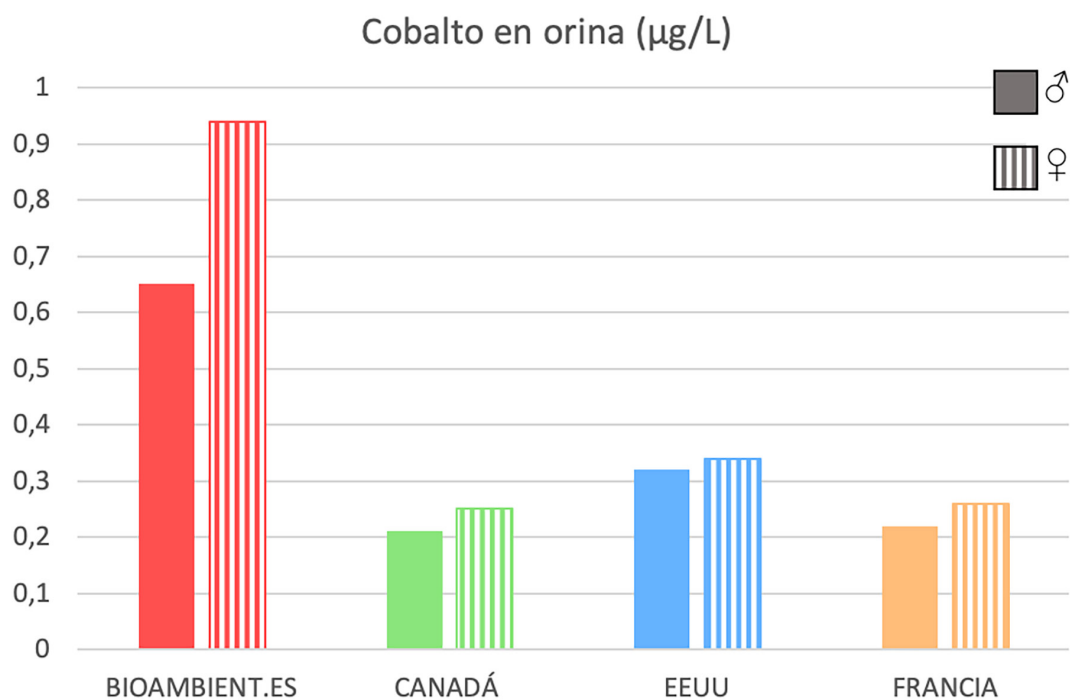


Figura 8.2.3 Gráficas comparativas de las medias geométricas (MG) obtenidas en BIOAMBIENT.ES con las descritas en otros países. Los hombres están representados en colores sólidos y las mujeres con trama de rayas.

8.3. Mercurio

El mercurio es uno de los contaminantes de mayor preocupación en salud pública debido a su toxicidad, abundancia y ubicuidad, incluso en regiones remotas. El mercurio -especialmente el metilmercurio- es un neurotóxico, y su efecto más relevante es el daño que puede causar en el desarrollo del sistema nervioso del feto durante la gestación. El [convenio de Minamata sobre el mercurio](#) establecido a escala global por la UNEP tiene como objetivo la reducción y control de contaminación de este peligroso contaminante.

El mercurio se presenta en tres formas químicas: *metálica* o elemental, *inorgánica* y *orgánica*. La forma metálica, de color blanco plateado, es líquida a temperatura ambiente y está presente en la atmósfera en forma de vapor que puede ser transportado largas distancias. Las *sales inorgánicas* de mercurio se producen al combinarse este con el cloro, azufre u oxígeno. Los compuestos de mercurio orgánico u *organomercuriales*, se forman al combinarse con carbono, siendo el más tóxico el metilmercurio que, debido a su carácter lipofílico, puede bioacumularse en los organismos acuáticos biomagnificándose a lo largo de la cadena trófica (ATSDR, 1999).

Las principales fuentes antropogénicas de emisión de mercurio son la combustión de combustibles fósiles, la incineración de residuos, actividades de minería, producción de cementos y plantas cloro-alcali (UNEP 2002). El mercurio se ha utilizado históricamente en termómetros, pilas, lámparas, baterías, o empastes dentales y en la actualidad, en las bombillas de bajo consumo (ATSDR, 1999). La dieta, a través del consumo de pescado y mariscos, es la fuente de exposición más importante para la población. En España existen recomendaciones sobre el consumo de pescado, emitidas por Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición ([AESAN](#)).

En la figura 8.3.1 se representan las principales fuentes de exposición, las matrices biológicas en las que se ha analizado en este estudio - pelo (mercurio orgánico), sangre (orgánico e inorgánico) y orina (mercurio inorgánico)- y los posibles efectos adversos sobre la salud.

En la figura 8.3.2. se representan gráficamente los resultados obtenidos estratificados por sexo, edad y área geográfica en las tres matrices biológicas analizadas.

En las tablas 8.3.1.-8. se presentan los resultados del análisis descriptivo de media aritmética (MA), media geométrica (MG) y percentiles de mercurio en pelo ($\mu\text{g/g}$), sangre ($\mu\text{g/L}$) y orina ($\mu\text{g/L}$) y en orina ajustada a creatinina ($\mu\text{g/g}$), en el total de la población, y en las mujeres en edad fértil (población de especial interés por las posibles consecuencias en el feto).

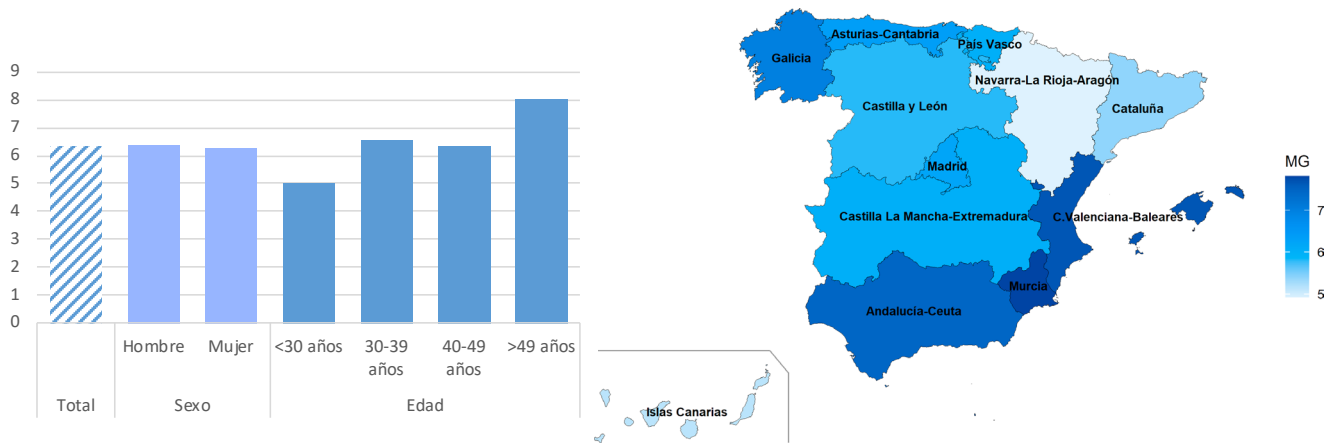
La tabla 8.3.9 y figura 8.3.3 presentan la comparativa de los niveles de mercurio (MG y P95) encontrados en las distintas matrices analizadas en BIOAMBIENT.ES, con los valores descritos en estudios realizados en otros países.

La tabla 8.3.10. recoge los valores guía basados en efectos en la salud descritos en la literatura para el mercurio. En la figura 8.3.3. se representa el porcentaje de la población analizada en BIOAMBIENT.ES con niveles de mercurio por encima de los valores guía HBM I y HBM II definidos por la Comisión Alemana de Biomonitorización Humana, para sangre y orina.

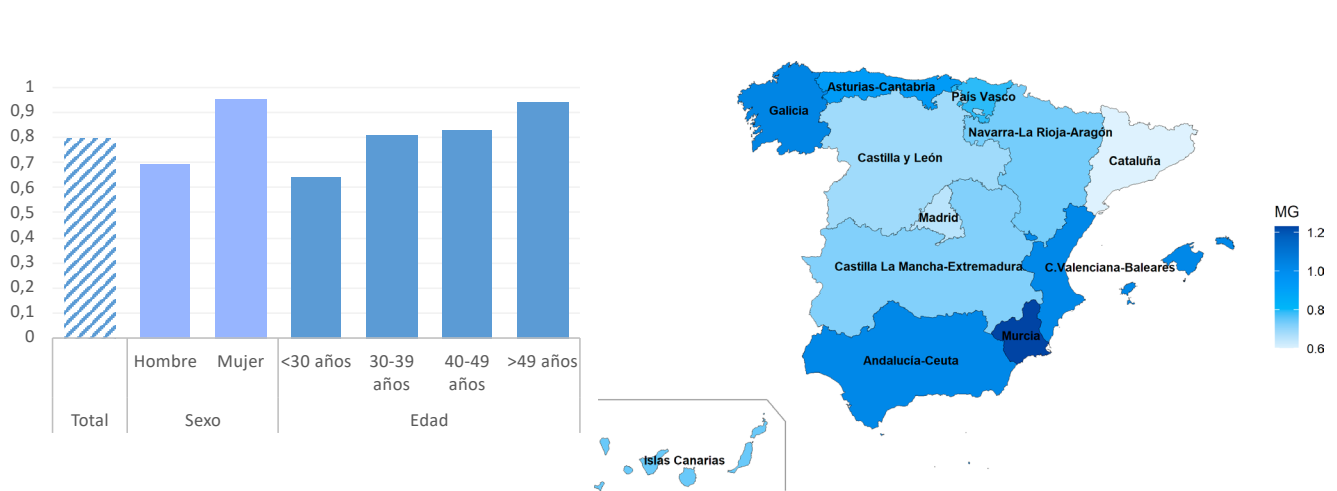
MERCURIO		
FUENTES DE EXPOSICIÓN	MATRIZ	EFFECTOS
 Pescados grandes  Mariscos  Emisiones industriales  Empastes amalgama  Bombillas bajo consumo	 Pelo  Orina  Sangre	  Neurotóxico desarrollo  Sistema digestivo  Cardiovasculares

Figura 8.3.1. Infografía del mercurio: Principales fuentes de exposición, matrices biológicas analizadas y posibles efectos en la salud.

Mercurio en sangre ($\mu\text{g/L}$)



Mercurio en orina ($\mu\text{g/g creat.}$)



Mercurio en pelo ($\mu\text{g/g}$)

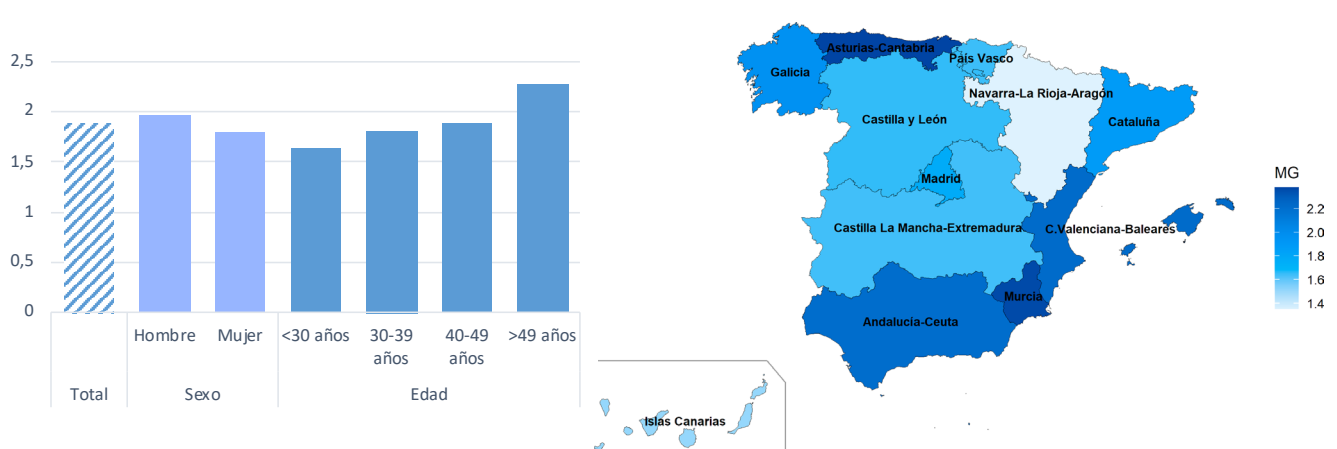


Figura 8.3.2. Concentración de mercurio en sangre ($\mu\text{g/L}$), orina ajustada por creatinina ($\mu\text{g/g}$) y pelo ($\mu\text{g/g}$), en la población estudiada, en función del sexo, edad y área geográfica. MG= media geométrica.

Tabla 8.3.1. Media aritmética (MA), media geométrica (MG), y percentiles seleccionados de la concentración de mercurio en pelo ($\mu\text{g/g}$) para la población de estudiada. Porcentaje de muestras por debajo del límite de cuantificación (LC). LC= 0,10 $\mu\text{g/g}$.

Variable	Grupo	N	MA	MG	P10	P25	P50	P75	P90	P95	<LC(%)
Total		577	2,40 (2,15 - 2,65)	1,88 (1,67 - 2,11)	0,70	1,20	2,00	3,30	4,50	5,20	0,00
Sexo	Hombre	250	2,62 (2,30 - 2,94)	1,97 (1,71 - 2,28)	0,70	1,20	2,00	3,80	4,80	6,80	0,00
	Mujer	327	2,20 (1,89 - 2,52)	1,79 (1,52 - 2,11)	0,80	1,10	1,90	2,90	3,90	4,60	0,00
Edad	<30 años	85	2,27 (1,88 - 2,67)	1,63 (1,32 - 2,02)	0,50	1,10	1,80	3,00	4,50	5,00	0,00
	30-39 años	240	2,29 (2,06 - 2,53)	1,80 (1,59 - 2,05)	0,70	1,10	1,90	3,40	4,10	4,90	0,00
	40-49 años	151	2,40 (2,08 - 2,73)	1,89 (1,62 - 2,19)	0,80	1,20	1,90	3,00	4,60	5,10	0,00
	>49 años	101	2,73 (2,32 - 3,14)	2,27 (1,95 - 2,63)	0,90	1,40	2,50	3,50	4,80	5,50	0,00
Área	Galicia	70	2,50 (2,31 - 2,70)	1,97 (1,78 - 2,18)	0,90	1,30	2,00	3,00	4,20	7,00	0,00
	Asturias-Cantabria	12	2,61 (2,61 - 2,61)	2,38 (2,38 - 2,38)	1,60	1,60	2,40	3,20	4,10	5,50	0,00
	País Vasco	75	2,14 (2,13 - 2,15)	1,65 (1,46 - 1,86)	0,60	1,10	1,90	3,10	4,10	4,40	0,00
	Navarra-La Rioja-Aragón	37	1,63 (1,63 - 1,63)	1,35 (1,35 - 1,35)	0,60	0,90	1,20	2,10	3,30	3,70	0,00
	Cataluña	16	2,09 (2,09 - 2,09)	1,89 (1,89 - 1,89)	1,10	1,40	1,70	3,40	3,40	3,40	0,00
	Castilla y León	6	1,73 (1,37 - 2,08)	1,66 (1,28 - 2,13)	1,50	1,50	1,60	2,20	2,20	2,20	0,00
	Madrid	63	2,36 (2,24 - 2,48)	1,77 (1,52 - 2,07)	0,60	1,10	1,80	3,50	4,60	7,10	0,00
	Cast.-Man.-Extremadura	69	2,12 (2,00 - 2,23)	1,64 (1,52 - 1,77)	0,70	1,00	1,70	2,50	4,10	4,80	0,00
	C. Valenciana-Baleares	39	2,87 (2,84 - 2,91)	2,23 (2,04 - 2,44)	0,70	1,70	2,90	4,10	4,90	5,20	0,00
	Andalucía-Ceuta	134	2,81 (2,09 - 3,52)	2,21 (1,60 - 3,06)	1,00	1,50	2,50	3,80	5,00	5,80	0,00
	Murcia	10	2,51 (1,71 - 3,31)	2,36 (1,68 - 3,33)	1,60	1,90	2,50	3,10	3,40	3,70	0,00
	Islas Canarias	46	1,74 (1,64 - 1,84)	1,51 (1,48 - 1,54)	0,70	0,90	1,60	2,50	2,90	3,20	0,00

Tabla 8.3.2. Media aritmética (MA), media geométrica (MG) y percentiles seleccionados de la concentración mercurio en sangre ($\mu\text{g/L}$) para la población estudiada. Porcentaje de muestras por debajo del límite de cuantificación (LC). LC = 0,10 $\mu\text{g/L}$.

Categoría	Grupo	N	MA	MG	P10	P25	P50	P75	P90	P95	<LC (%)
Total		1880	8,29 (7,81 - 8,77)	6,35 (6,00 - 6,72)	2,52	4,11	6,60	10,60	15,6	19,3	0,30
Sexo	Hombre	962	8,70 (8,10 - 9,30)	6,41 (5,95 - 6,92)	2,32	3,99	6,77	11,10	17,4	21,6	0,40
	Mujer	918	7,78 (7,22 - 8,33)	6,27 (5,88 - 6,70)	2,70	4,18	6,35	10,00	14,2	16,9	0,10
Edad	<30 años	356	6,83 (6,19 - 7,47)	5,00 (4,46 - 5,62)	1,65	3,32	5,76	8,98	13,0	16,2	0,60
	30-39 años	774	8,30 (7,80 - 8,80)	6,56 (6,16 - 7,00)	2,79	4,40	6,62	10,5	15,5	19,5	0,10
	40-49 años	470	8,40 (7,52 - 9,28)	6,36 (5,76 - 7,03)	2,55	4,05	6,42	11,0	15,9	19,9	0,40
	>49 años	268	10,1 (8,93 - 11,3)	8,01 (7,14 - 8,99)	3,04	5,09	8,83	12,8	18,2	24,8	0,00
Área	Galicia	147	9,05 (7,69 - 10,4)	7,00 (6,00 - 8,16)	2,65	4,52	7,45	11,3	16,2	21,6	0,00
	Asturias-Cantabria	99	7,59 (5,23 - 9,96)	6,36 (5,20 - 7,78)	2,89	4,65	6,81	8,59	13,1	14,6	0,00
	País Vasco	149	7,89 (6,22 - 9,56)	6,02 (5,40 - 6,71)	2,68	4,51	6,50	10,6	14,2	16,3	2,00
	Navarra-La Rioja-Aragón	145	6,07 (5,90 - 6,25)	4,91 (4,38 - 5,52)	1,97	3,77	5,08	8,13	10,3	11,8	0,00
	Cataluña	247	6,84 (6,11 - 7,57)	5,39 (4,77 - 6,10)	2,09	3,65	6,01	8,95	12,1	15,2	0,40
	Castilla y León	153	7,36 (7,04 - 7,68)	5,81 (5,21 - 6,47)	2,25	3,85	5,98	9,41	14,9	17,4	0,00
	Madrid	199	8,52 (6,68 - 10,36)	6,22 (4,95 - 7,83)	2,46	3,76	6,11	11,8	17,5	21,7	0,00
	Cast.-Man.-Extremadura	150	8,16 (6,41 - 9,91)	6,02 (4,64 - 7,81)	2,31	3,55	5,76	9,97	15,7	19,5	0,00
	C. Valenciana-Baleares	205	10,10 (9,26 - 10,94)	7,66 (6,81 - 8,63)	2,97	4,85	8,53	13,7	18,9	23,6	0,50
	Andalucía-Ceuta	239	9,57 (7,75 - 11,40)	7,47 (6,32 - 8,84)	2,93	4,83	7,74	12,3	17,8	19,5	0,00
	Murcia	97	9,08 (7,65 - 10,51)	7,81 (6,75 - 9,04)	3,87	5,57	7,98	11,2	15,8	17,7	0,00
	Islas Canarias	50	6,06 (5,52 - 6,60)	5,15 (4,69 - 5,65)	2,16	3,17	5,91	8,08	10,5	11,1	0,00

Tabla 8.3.3. Media aritmética (MA), media geométrica (MG) y percentiles seleccionados de la concentración mercurio en orina ($\mu\text{g/L}$) para la población estudiada. Porcentaje de muestras por debajo del límite de cuantificación (LC). LC = $0,05 \mu\text{g/L}$.

Variable	Grupo	N	MA	MG	P10	P25	P50	P75	P90	P95	<LC (%)
Total		1704	1,57 (1,49 - 1,66)	1,11 (1,03 - 1,19)	0,39	0,72	1,19	2,12	3,11	4,14	2,10
Sexo	Hombre	872	1,59 (1,49 - 1,69)	1,09 (0,97 - 1,22)	0,34	0,68	1,17	2,11	3,15	4,23	2,40
	Mujer	832	1,56 (1,43 - 1,69)	1,14 (1,05 - 1,23)	0,42	0,73	1,21	2,15	3,01	3,99	1,80
Edad	<30 años	313	1,53 (1,31 - 1,75)	0,98 (0,80 - 1,21)	0,29	0,66	1,22	2,11	2,89	3,97	3,80
	30-39 años	694	1,64 (1,54 - 1,74)	1,20 (1,11 - 1,30)	0,47	0,78	1,28	2,17	3,17	4,31	1,20
	40-49 años	441	1,50 (1,36 - 1,65)	1,08 (0,98 - 1,18)	0,39	0,66	1,13	2,06	3,00	3,82	2,00
	>49 años	248	1,56 (1,36 - 1,76)	1,08 (0,94 - 1,25)	0,35	0,67	1,13	2,18	3,63	4,39	2,80
Área	Galicia	130	1,97 (1,23 - 2,70)	1,40 (0,86 - 2,27)	0,51	0,88	1,49	2,58	4,07	5,98	2,30
	Asturias-Cantabria	95	1,74 (1,47 - 2,02)	1,30 (1,06 - 1,60)	0,50	0,82	1,51	2,18	3,60	4,41	1,10
	País Vasco	127	1,47 (0,83 - 2,11)	1,03 (0,66 - 1,60)	0,31	0,61	1,01	2,00	3,26	3,76	2,40
	Navarra-La Rioja-Aragón	133	1,39 (1,24 - 1,53)	1,12 (1,01 - 1,24)	0,53	0,85	1,22	1,64	2,44	2,88	1,50
	Cataluña	228	1,31 (1,10 - 1,52)	0,91 (0,69 - 1,20)	0,30	0,63	0,99	1,87	2,79	3,15	2,60
	Castilla y León	136	1,40 (1,07 - 1,73)	1,01 (0,80 - 1,29)	0,32	0,64	1,10	1,91	2,79	3,28	2,20
	Madrid	184	1,44 (1,23 - 1,64)	0,92 (0,77 - 1,09)	0,29	0,58	0,93	1,88	3,00	3,95	3,80
	Cast.-Man.--Extremadura	143	1,37 (1,03 - 1,71)	1,03 (0,75 - 1,41)	0,35	0,61	1,24	1,91	2,30	2,76	2,10
	C. Valenciana-Baleares	180	1,92 (1,74 - 2,10)	1,42 (1,29 - 1,55)	0,53	0,88	1,76	2,57	3,82	4,41	2,20
	Andalucía-Ceuta	211	1,78 (1,73 - 1,84)	1,30 (1,23 - 1,38)	0,46	0,82	1,44	2,46	3,67	4,25	0,90
	Murcia	92	2,21 (2,04 - 2,38)	1,69 (1,56 - 1,83)	0,50	1,11	1,85	3,04	4,24	4,41	1,10
	Islas Canarias	45	1,03 (0,87 - 1,20)	0,82 (0,67 - 1,00)	0,36	0,52	0,90	1,38	1,99	2,19	2,20

Tabla 8.3.4. Media aritmética (MA), media geométrica (MG) y percentiles seleccionados de la concentración de mercurio en orina ajustada a creatinina ($\mu\text{g/g creat.}$) para la población estudiada. Porcentaje de muestras por debajo del límite de cuantificación (LC). LC = 0,05 $\mu\text{g/L}$.

Variable	Grupo	N	MA	MG	P10	P25	P50	P75	P90	P95	<LC (%)
Total		1704	1,11 (1,06 - 1,18)	0,80 (0,74 - 0,86)	0,29	0,48	0,87	1,47	2,30	2,82	2,10
Sexo	Hombre	872	0,97 (0,91 - 1,03)	0,69 (0,62 - 0,78)	0,25	0,42	0,78	1,32	2,00	2,41	2,40
	Mujer	832	1,30 (1,21 - 1,39)	0,95 (0,89 - 1,02)	0,35	0,57	1,03	1,67	2,67	3,38	1,80
Edad	<30 años	313	0,96 (0,85 - 1,07)	0,64 (0,51 - 0,80)	0,19	0,42	0,76	1,26	1,90	2,48	3,80
	30-39 años	694	1,11 (1,02 - 1,20)	0,81 (0,74 - 0,89)	0,31	0,47	0,86	1,44	2,33	2,89	1,20
	40-49 años	441	1,13 (1,03 - 1,24)	0,83 (0,76 - 0,90)	0,30	0,53	0,92	1,49	2,13	2,72	2,00
	>49 años	248	1,30 (1,15 - 1,44)	0,94 (0,83 - 1,06)	0,32	0,56	0,95	1,83	2,41	3,13	2,80
Área	Galicia	130	1,38 (0,99 - 1,77)	1,03 (0,73 - 1,46)	0,41	0,58	1,07	1,81	2,59	3,50	2,30
	Asturias-Cantabria	95	1,16 (0,90 - 1,42)	0,93 (0,74 - 1,17)	0,40	0,60	0,92	1,44	2,38	2,83	1,10
	País Vasco	127	1,10 (0,67 - 1,54)	0,79 (0,54 - 1,17)	0,28	0,52	0,86	1,49	2,19	2,87	2,40
	Navarra-La Rioja-Aragón	133	0,91 (0,83 - 0,99)	0,73 (0,66 - 0,82)	0,30	0,49	0,82	1,18	1,86	2,10	1,50
	Cataluña	228	0,88 (0,70 - 1,06)	0,60 (0,43 - 0,83)	0,22	0,41	0,63	1,11	1,92	2,39	2,60
	Castilla y León	136	0,91 (0,68 - 1,14)	0,68 (0,54 - 0,86)	0,25	0,44	0,76	1,22	1,78	2,33	2,20
	Madrid	184	0,98 (0,86 - 1,10)	0,65 (0,54 - 0,79)	0,24	0,38	0,70	1,23	2,20	2,80	3,80
	Cast.-Man.-Extremadura	143	0,96 (0,68 - 1,24)	0,72 (0,54 - 0,97)	0,31	0,46	0,78	1,18	1,77	2,05	2,10
	C. Valenciana-Baleares	180	1,38 (1,23 - 1,53)	1,02 (0,96 - 1,09)	0,34	0,65	1,16	1,74	2,85	3,42	2,20
	Andalucía-Ceuta	211	1,36 (1,22 - 1,51)	1,02 (0,88 - 1,19)	0,35	0,65	1,20	1,86	2,57	3,10	0,90
	Murcia	92	1,49 (1,46 - 1,52)	1,23 (1,16 - 1,30)	0,49	0,88	1,38	1,90	2,57	2,84	1,10
	Islas Canarias	45	0,93 (0,92 - 0,94)	0,74 (0,70 - 0,79)	0,25	0,47	0,86	1,20	1,81	2,15	2,20

Tabla 8.3.5. Media aritmética (MA), media geométrica (MG) y percentiles seleccionados de la concentración de mercurio en pelo ($\mu\text{g/g}$) para mujeres en edad fértil (<49 años) de la población estudiada. Porcentaje de muestras por debajo del límite de cuantificación (LC). LC = 0,01 $\mu\text{g/g}$.

Variable	Grupo	N	MA	MG	P10	P25	P50	P75	P90	P95	<LC (%)
Total		263	2,11 (1,78 - 2,44)	1,71 (1,42 - 2,07)	0,70	1,10	1,90	2,80	3,80	4,40	0,00
Edad	<30 años	51	2,03 (1,63 - 2,43)	1,55 (1,25 - 1,93)	0,50	0,90	1,80	2,90	3,90	4,50	0,00
	30-39 años	144	2,05 (1,77 - 2,33)	1,73 (1,47 - 2,05)	0,80	1,20	1,80	2,70	3,70	4,10	0,00
	40-49 años	68	2,29 (1,69 - 2,90)	1,82 (1,37 - 2,42)	0,60	1,10	2,00	2,90	4,60	4,70	0,00
Área	Galicia	33	2,18 (1,47 - 2,89)	1,77 (1,33 - 2,35)	1,00	1,30	1,90	2,40	3,70	4,30	0,00
	Asturias-Cantabria	2	2,40 (2,40 - 2,40)	2,26 (2,26 - 2,26)	3,20	3,20	1,60	3,20	3,20	3,20	0,00
	País Vasco	33	2,04 (1,80 - 2,28)	1,80 (1,65 - 1,96)	0,90	1,50	1,90	2,20	3,70	4,10	0,00
	Navarra-La Rioja-Aragón	16	1,31 (1,31 - 1,31)	1,15 (1,15 - 1,15)	0,60	0,70	1,20	1,90	2,20	2,70	0,00
	Cataluña	13	2,08 (2,08 - 2,08)	1,91 (1,91 - 1,91)	1,20	1,50	1,70	3,40	3,40	3,40	0,00
	Castilla y León	5	1,78 (1,45 - 2,11)	1,69 (1,30 - 2,20)	1,60	1,60	2,00	2,20	2,20	2,20	0,00
	Madrid	33	1,69 (0,73 - 2,64)	1,34 (0,74 - 2,46)	0,50	0,80	1,40	2,20	3,60	3,70	0,00
	Cast.-Man.-Extremadura	22	1,69 (1,22 - 2,15)	1,39 (1,00 - 1,93)	0,40	1,00	1,20	2,20	3,70	3,80	0,00
	C. Valenciana-Baleares	20	2,78 (2,59 - 2,98)	2,32 (2,08 - 2,58)	0,70	1,70	2,90	3,90	4,60	5,20	0,00
	Andalucía-Ceuta	69	2,47 (1,96 - 2,98)	2,02 (1,62 - 2,52)	1,00	1,30	2,30	3,30	4,50	4,70	0,00
Murcia	7	2,24 (2,24 - 2,24)	2,11 (2,11 - 2,11)	1,60	1,60	2,10	3,10	3,40	3,40	0,00	
Islas Canarias	10	1,46 (0,55 - 2,37)	1,25 (0,63 - 2,48)	0,60	0,80	0,90	2,00	2,60	2,70	0,00	

Tabla 8.3.6. Media aritmética (MA), media geométrica (MG) y percentiles seleccionados de la concentración de mercurio en sangre ($\mu\text{g/L}$) para mujeres en edad fértil (<49 años) de la población estudiada. Porcentaje de muestras por debajo del límite de cuantificación (LC). LC= 0,1 $\mu\text{g/L}$.

Variable	Grupo	N	MA	MG	P10	P25	P50	P75	P90	P95	<LC (%)
Total		788	7,64 (7,03 - 8,24)	6,15 (5,71 - 6,62)	2,70	4,14	6,24	9,88	14,0	16,8	0,10
Edad	<30 años	184	6,91 (6,23 - 7,60)	5,45 (5,00 - 5,95)	2,05	3,73	5,87	8,98	12,9	14,6	0,00
	30-39 años	419	7,78 (7,02 - 8,53)	6,47 (5,85 - 7,16)	3,03	4,41	6,43	10,40	14,0	16,9	0,00
	40-49 años	185	8,06 (6,94 - 9,18)	6,18 (5,51 - 6,93)	2,70	4,06	6,22	10,10	14,8	18,0	0,50
Área	Galicia	60	7,94 (7,27 - 8,61)	6,58 (5,97 - 7,26)	3,60	4,60	6,14	10,40	14,5	17,8	0,00
	Asturias-Cantabria	41	7,22 (4,92 - 9,53)	6,44 (4,75 - 8,74)	2,83	5,07	7,13	8,59	11,9	13,1	0,00
	País Vasco	57	7,46 (6,25 - 8,67)	6,60 (5,78 - 7,54)	3,03	5,19	6,78	9,80	13,2	16,1	0,00
	Navarra-La Rioja-Aragón	58	5,34 (4,91 - 5,76)	4,86 (4,47 - 5,29)	2,31	4,02	5,29	6,53	7,99	10,0	0,00
	Cataluña	108	6,78 (5,83 - 7,73)	5,77 (5,27 - 6,31)	2,73	4,14	5,89	8,95	11,6	15,2	0,00
	Castilla y León	69	7,15 (5,43 - 8,87)	5,81 (4,45 - 7,58)	2,29	4,27	6,21	9,19	14,9	16,9	0,00
	Madrid	91	7,70 (4,64 - 10,8)	5,84 (4,07 - 8,38)	2,64	3,81	5,35	11,0	14,5	19,1	0,00
	Cast.-Man.-Extremadura	61	6,25 (5,14 - 7,35)	5,00 (3,92 - 6,37)	1,90	3,20	4,75	7,20	14,0	15,9	0,00
	C. Valenciana-Baleares	87	9,22 (8,08 - 10,4)	6,90 (5,77 - 8,26)	2,87	4,28	7,64	11,7	15,9	21,1	1,10
	Andalucía-Ceuta	109	8,81 (7,99 - 9,62)	7,24 (6,91 - 7,58)	3,28	5,01	7,25	11,0	14,5	18,5	0,00
	Murcia	37	8,28 (6,17 - 10,4)	7,33 (5,81 - 9,26)	4,57	5,29	7,68	9,80	13,1	17,7	0,00
	Islas Canarias	10	4,32 (1,90 - 6,74)	3,51 (1,75 - 7,04)	1,23	2,02	2,83	6,68	7,48	9,21	0,00

Tabla 8.3.7. Media aritmética (MA), media geométrica (MG) y percentiles seleccionados de la concentración de mercurio en orina ($\mu\text{g/L}$) para mujeres en edad fértil (<49 años) de la población estudiada. Porcentaje de muestras por debajo del límite de cuantificación (LC). LC= 0,05 $\mu\text{g/L}$.

Variable	Grupo	N	MA	MG	P10	P25	P50	P75	P90	P95	<LC (%)
Total		714	1,59 (1,45 - 1,73)	1,17 (1,07 - 1,27)	0,43	0,74	1,26	2,18	3,01	3,96	1,40
Edad	<30 años	161	1,54 (1,29 - 1,79)	1,03 (0,86 - 1,24)	0,33	0,72	1,25	2,15	2,86	3,61	4,30
	30-39 años	382	1,65 (1,50 - 1,81)	1,28 (1,17 - 1,41)	0,50	0,82	1,34	2,28	3,11	4,02	0,30
	40-49 años	171	1,48 (1,24 - 1,73)	1,06 (0,88 - 1,27)	0,39	0,66	1,07	1,90	3,00	3,96	1,20
Área	Galicia	53	2,27 (0,91 - 3,62)	1,54 (0,73 - 3,25)	0,47	1,04	1,62	2,77	4,23	6,78	1,90
	Asturias-Cantabria	40	1,80 (1,70 - 1,89)	1,47 (1,43 - 1,51)	0,36	1,13	1,76	2,34	2,61	3,99	0,00
	País Vasco	46	1,50 (1,05 - 1,94)	1,08 (0,75 - 1,55)	0,33	0,61	1,15	2,10	3,36	3,76	2,20
	Navarra-La Rioja-Aragón	54	1,24 (1,03 - 1,45)	1,08 (0,90 - 1,29)	0,60	0,85	1,13	1,55	1,81	2,88	0,00
	Cataluña	98	1,37 (1,07 - 1,68)	1,03 (0,83 - 1,27)	0,43	0,71	0,93	1,90	2,93	3,16	1,00
	Castilla y León	60	1,54 (1,25 - 1,84)	1,12 (0,85 - 1,48)	0,32	0,71	1,42	2,35	2,83	3,28	3,30
	Madrid	86	1,34 (0,98 - 1,69)	0,97 (0,77 - 1,23)	0,33	0,69	0,92	1,88	2,85	3,89	1,20
	Cast.-Man.-Extremadura	61	1,35 (1,05 - 1,65)	1,06 (0,96 - 1,18)	0,45	0,61	1,12	1,80	2,30	2,58	0,00
	C. Valenciana-Baleares	75	1,90 (1,59 - 2,22)	1,36 (1,12 - 1,66)	0,53	0,82	1,85	2,51	3,30	4,67	4,00
	Andalucía-Ceuta	97	1,76 (1,64 - 1,90)	1,39 (1,34 - 1,44)	0,49	0,86	1,51	2,54	3,33	3,96	0,00
	Murcia	34	2,07 (1,42 - 2,72)	1,54 (1,17 - 2,03)	0,48	1,01	1,51	3,09	4,33	4,89	0,00
Islas Canarias	10	0,84 (0,74 - 0,94)	0,61 (0,49 - 0,76)	0,04	0,45	0,89	1,16	1,38	1,77	10,0	

Tabla 8.3.8. Media aritmética (MA), media geométrica (MG) y percentiles seleccionados de la concentración de mercurio en orina ajustada a creatinina (µg/g creat.) para mujeres en edad fértil (<49 años) de la población estudiada. Porcentaje de muestras por debajo del límite de cuantificación (LC). LC= 0,05 µg/L.

Variable	Grupo	N	MA	MG	P10	P25	P50	P75	P90	P95	<LC (%)
Total		714	1,26 (1,17 - 1,35)	0,94 (0,88 - 1,00)	0,35	0,57	1,01	1,63	2,59	3,18	1,40
Edad	<30 años	161	1,08 (0,95 - 1,21)	0,77 (0,65 - 0,90)	0,28	0,53	0,95	1,48	1,96	2,50	4,30
	30-39 años	382	1,29 (1,18 - 1,41)	0,99 (0,91 - 1,08)	0,38	0,57	1,00	1,71	2,78	3,13	0,30
	40-49 años	171	1,37 (1,15 - 1,59)	1,00 (0,84 - 1,19)	0,36	0,58	1,13	1,67	2,68	3,62	1,20
Área	Galicia	53	1,77 (1,26 - 2,29)	1,32 (0,90 - 1,94)	0,47	0,92	1,35	2,39	3,50	4,80	1,90
	Asturias-Cantabria	40	1,32 (1,09 - 1,55)	1,15 (0,98 - 1,36)	0,54	0,82	1,22	1,69	2,48	2,83	0,00
	País Vasco	46	1,33 (0,90 - 1,77)	0,98 (0,69 - 1,39)	0,31	0,65	1,13	1,84	2,79	3,20	2,20
	Navarra-La Rioja-Aragón	54	0,97 (0,89 - 1,04)	0,82 (0,74 - 0,91)	0,42	0,54	0,89	1,18	1,86	2,12	0,00
	Cataluña	98	1,07 (0,76 - 1,38)	0,79 (0,66 - 0,94)	0,38	0,48	0,74	1,46	2,09	3,06	1,00
	Castilla y León	60	0,98 (0,69 - 1,26)	0,75 (0,60 - 0,94)	0,29	0,53	0,88	1,32	1,77	1,84	3,30
	Madrid	86	1,04 (0,82 - 1,27)	0,77 (0,67 - 0,90)	0,28	0,48	0,75	1,37	2,33	2,78	1,20
	Cast.-Man.-Extremadura	61	1,06 (0,85 - 1,27)	0,84 (0,76 - 0,93)	0,32	0,57	0,72	1,39	1,87	2,10	0,00
	C. Valenciana-Baleares	75	1,52 (1,32 - 1,72)	1,10 (0,94 - 1,29)	0,33	0,76	1,40	1,98	3,17	3,89	4,00
	Andalucía-Ceuta	97	1,50 (1,30 - 1,71)	1,15 (0,96 - 1,39)	0,49	0,73	1,24	1,84	2,87	3,91	0,00
	Murcia	34	1,75 (1,56 - 1,93)	1,41 (1,20 - 1,66)	0,46	0,96	1,67	2,12	3,00	3,90	0,00
	Islas Canarias	10	0,74 (0,66 - 0,81)	0,58 (0,41 - 0,81)	0,10	0,36	0,54	1,08	1,29	1,48	10,0

Tabla 8.3.9. Comparativa con valores descritos en otros países

HOMBRES		BIOAMBIENT.ES		ALEMANIA ^{1,2}		CANADÁ ³		COREA DEL SUR ⁴		EEUU ⁵		FRANCIA ⁶	
Compuesto (matriz)	Unidades	MG	P95	MG	P95	MG	P95	MG	P95	MG	P95	MG	P95
Mercurio (pelo)	µg/g	1,97	6,8	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0,6	1,8
Mercurio (sangre)	µg/L	6,41	21,6	0,58	2,3	0,74	6,3	3,7	10,2	0,71	4,94	NA	NA
Mercurio (orina)	µg/L	1,09	4,23	0,43	3,3	NA	NA	0,41	1,28	0,34	1,91	NA	NA
	µg/g creatinina	0,69	2,41	0,34	2	NA	NA	-	-	0,32	1,57	NA	NA

MUJERES		BIOAMBIENT.ES		ALEMANIA ^{1,2}		CANADÁ ³		COREA DEL SUR ⁴		EEUU ⁵		FRANCIA ⁶	
Compuesto (matriz)	Unidades	MG	P95	MG	P95	MG	P95	MG	P95	MG	P95	MG	P95
Mercurio (pelo)	µg/g	1,79 (1,71*)	4,6 (4,5*)	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0,59	1,74
Mercurio (sangre)	µg/L	6,27 (6,15*)	16,9 (16,8*)	0,58	2,3	0,69	5,1	2,63	7,11	0,69	4,03	NA	NA
Mercurio (orina)	µg/L	1,14 (1,17*)	3,99 (3,96*)	0,43	3,3	NA	NA	0,36	1,25	0,31	1,82	NA	NA
	µg/g creatinina	0,95 (0,94*)	3,38 (3,18*)	0,34	2	NA	NA	-	-	0,42	2	NA	NA

Nota: *Dato para mujeres en edad fértil. NA= No analizado ¹ Becker *et al.*, 2002; ² Becker *et al.*, 2003; ³ Health Canada. 2013; ⁴ Choi *et al.*, 2017; ⁵ CDC, 2021; ⁶ Fréry *et al.*, 2011.

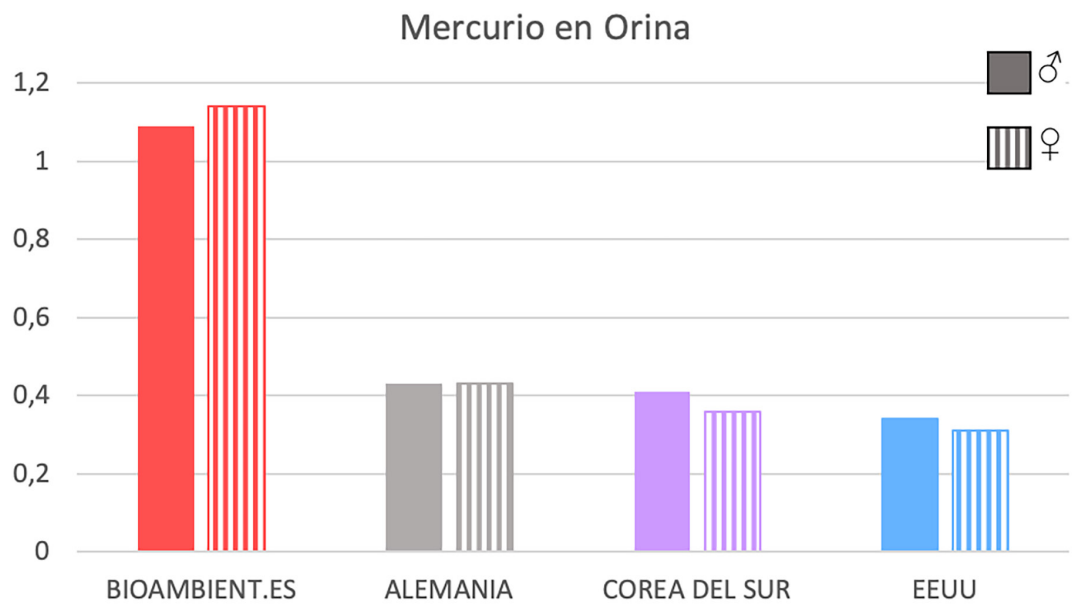
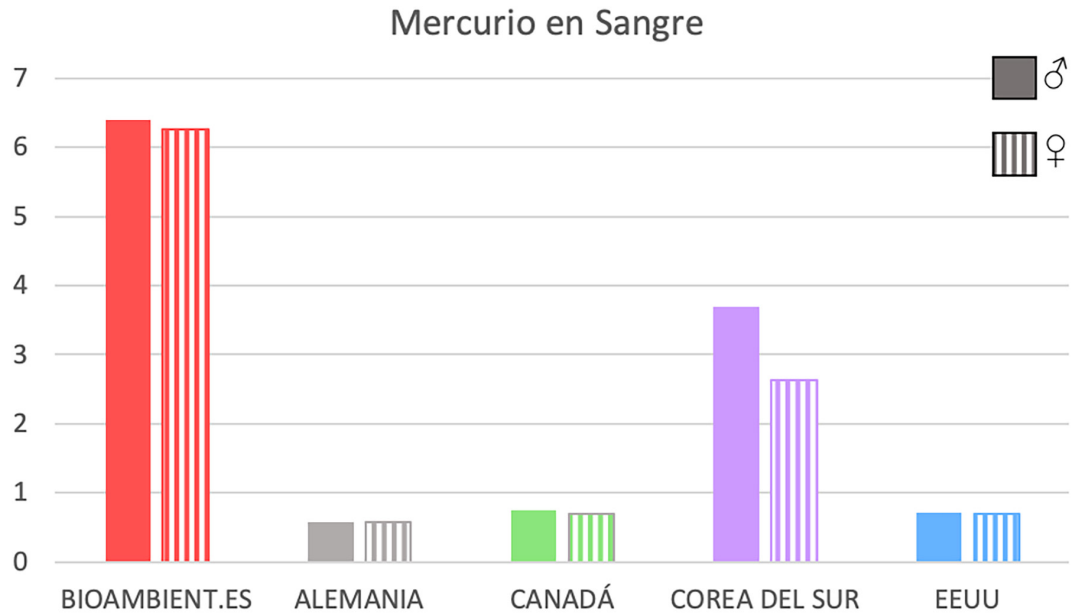


Figura 8.3.3 Gráficas comparativas de las medias geométricas (MG) obtenidas en BIOAMBIENT.ES con las descritas en otros países. Los hombres están representados en colores sólidos y las mujeres con trama de rayas.

Tabla 8.3.10. Valores guía de mercurio en sangre y orina basados en efectos en la salud

N° CAS	Grupo de edad	Fuente	Matriz	Valor guía de biomonitorización	Valor	Unidades	Ref.
7439-97-6	Niños y adultos	German HBM Commission (1999)	Sangre	HBM-I	5	µg/L	1
			Sangre	HBM-II	15	µg/L	1
			Orina	HBM-I	7	µg/L	1
			Orina	HBM-II	25	µg/L	1
			Orina	HBM-I	5	µg/g creatinina	1
			Orina	HBM-II	20	µg/g creatinina	1

¹ Schulz *et al.*, 2007

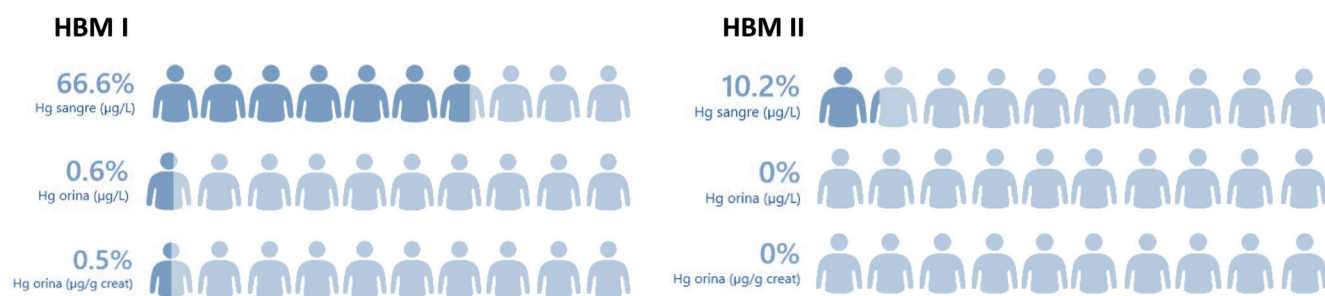


Figura 8.3.4. Porcentaje de población de BIOAMBIENT.ES con niveles de mercurio por encima de los valores guía basados en salud, definidos por la Comisión Alemana de Biomonitorización Humana. Hg en sangre: HBM I = 5 µg/L; HBM II = 15 µg/L; Hg en orina: HBM I = 7 µg/L; HBM II = 25 µg/L, HBM I = 5 µg/g creat., HBM II = 20 µg/g creat.

8.4. Plomo

El plomo es un metal pesado, blando, de baja temperatura de fusión y color gris-azulado. Es ubicuo en la corteza terrestre, generalmente en forma de compuestos de plomo.

Se utiliza en combustibles, baterías, soldaduras, munición, láminas de plomo, productos de latón y bronce, tuberías, pinturas y algunos esmaltes cerámicos, material médico (blindajes, chalecos anti-radiación, etc.), así como científico y militar (ATSDR, 2007; CDC, 2005).

Es un potente neurotóxico además de estar clasificado por la IARC como probable carcinógeno. Su prohibición como aditivo en las gasolinas supuso un punto de inflexión importantísimo en la reducción de la exposición de la población general a este contaminante.

La figura 8.4.1. presenta las fuentes de **exposición**, las matrices biológicas donde se ha analizado el biomarcador y los posibles efectos adversos sobre la salud.

En la figura 8.4.2. se representan gráficamente los resultados en función del sexo, edad y área geográfica en las dos matrices biológicas analizadas (sangre y orina).

Las tablas 8.4.1.-3. recogen los resultados descriptivos de media aritmética (MA), media geométrica (MG) y percentiles en el total de participantes para el plomo en sangre ($\mu\text{g/L}$), en orina ($\mu\text{g/L}$) y en orina ajustada a creatinina ($\mu\text{g/g}$).

La tabla 8.4.4 y la figura 8.4.3. presentan la comparativa de los niveles de plomo (MG y P95) encontrados en las distintas matrices analizadas en BIOAMBIENT.ES con los valores descritos en estudios realizados en otros países.

Dado el carácter carcinogénico del plomo y sus efectos sobre el neurodesarrollo, no se proporcionan los valores guía, pues no existen valores seguros por debajo de los cuales no se puedan producir efectos adversos en la salud.

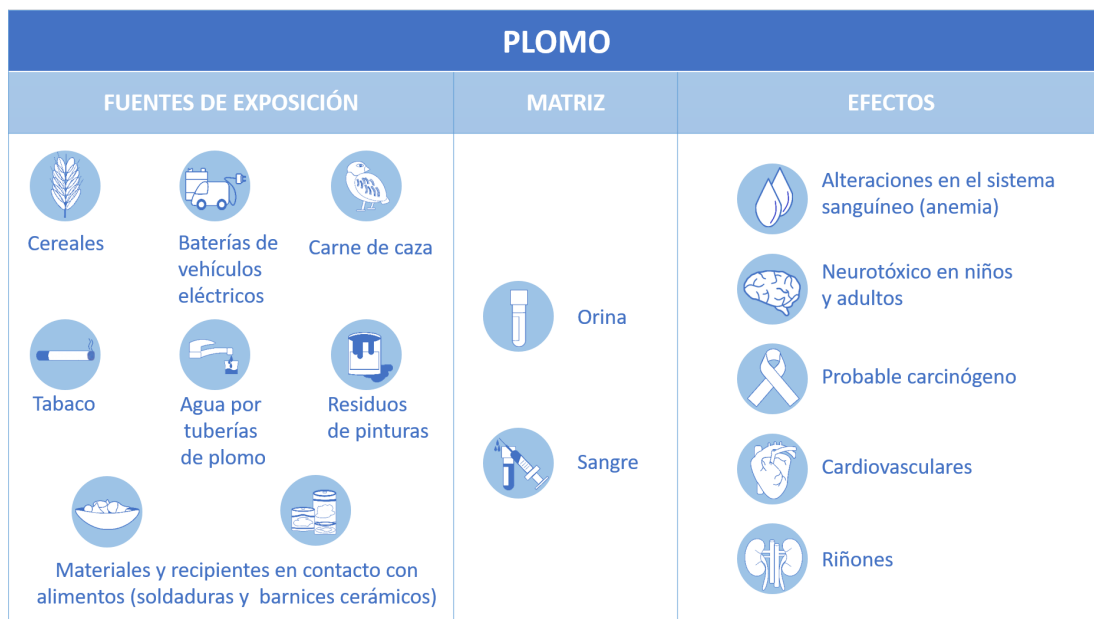
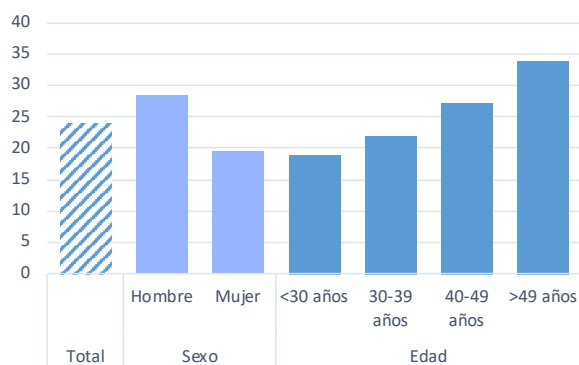


Figura 8.4.1. Infografía de plomo: fuentes de exposición, matrices biológicas analizadas y posibles efectos adversos sobre la salud

Plomo en sangre ($\mu\text{g/L}$)



Plomo en orina ($\mu\text{g/g}$)

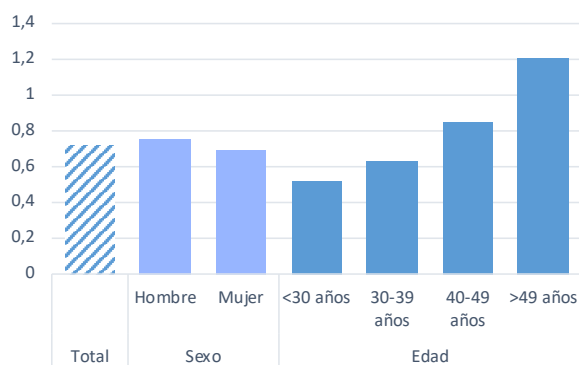


Figura 8.4.2. Resultados de los niveles de plomo en sangre ($\mu\text{g/L}$) y orina ajustada por creatinina ($\mu\text{g/g}$) en función del sexo, edad y área geográfica. MG= media geométrica.

Tabla 8.4.1. Media aritmética (MA), media geométrica (MG) y percentiles seleccionados de la concentración de plomo en sangre ($\mu\text{g/L}$) para la población estudiada. Porcentaje de muestras por debajo del límite de cuantificación (LC). LC= 0,10 $\mu\text{g/L}$.

Variable	Grupo	N	MA	MG	P10	P25	P50	P75	P90	P95	<LC (%)
Total		1880	27,8 (26,3 - 29,2)	24,0 (23,0 - 25,1)	13,0	16,8	22,9	33,9	47,4	56,8	0,00
Sexo	Hombre	962	32,3 (30,3 - 34,4)	28,3 (26,8 - 29,9)	15,6	19,6	27,3	39,3	52,6	64,0	0,00
	Mujer	918	22,0 (20,8 - 23,1)	19,5 (18,5 - 20,4)	11,2	14,3	18,7	25,0	35,3	44,8	0,00
Edad	<30 años	356	21,3 (19,3 - 23,3)	18,9 (17,7 - 20,2)	11,0	14,2	18,2	23,9	34,0	44,4	0,00
	30-39 años	774	24,8 (23,3 - 26,3)	22,0 (20,9 - 23,0)	12,7	16,2	21,1	28,7	39,9	46,9	0,00
	40-49 años	470	31,5 (29,7 - 33,3)	27,3 (25,8 - 28,7)	14,8	19,1	25,9	38,4	52,6	59,1	0,00
	>49 años	268	38,1 (35,2 - 41,0)	33,8 (31,8 - 36,0)	18,2	24,3	33,9	48,5	59,4	73,0	0,00
Área	Galicia	147	28,1 (26,9 - 29,1)	24,0 (21,9 - 26,5)	12,9	16,5	22,5	33,7	45,5	54,7	0,00
	Asturias-Cantabria	99	25,4 (21,1 - 29,7)	22,3 (18,2 - 27,5)	11,2	15,9	22,5	30,0	44,9	53,0	0,00
	País Vasco	149	28,3 (19,9 - 36,8)	23,5 (17,7 - 31,3)	12,0	15,7	22,6	34,2	55,6	57,1	0,00
	Navarra-La Rioja-Aragón	145	28,9 (26,8 - 31,0)	25,3 (23, - 27,8)	13,1	17,1	25,4	37,6	49,7	58,0	0,00
	Cataluña	247	26,8 (25,2 - 28,4)	23,8 (22,7 - 25,1)	13,7	17,3	23,1	34,1	44,9	54,2	0,00
	Castilla y León	153	31,9 (26,5 - 37,4)	27,8 (24,4 - 31,7)	15,9	19,5	27,1	38,0	52,4	59,2	0,00
	Madrid	199	26,9 (24,4 - 29,3)	23,8 (21,8 - 25,9)	12,4	16,8	22,9	34,4	47,0	52,8	0,00
	Cast.-Man.-Extremadura	150	28,8 (24,7 - 32,8)	24,7 (20,7 - 29,6)	13,7	17,4	22,2	34,9	54,3	64,4	0,00
	C. Valenciana-Baleares	205	29,5 (23,7 - 35,3)	24,9 (21,2 - 29,3)	12,8	17,7	23,9	35,5	50,4	63,0	0,00
	Andalucía-Ceuta	239	27,1 (21,2 - 33,0)	23,2 (19,6 - 27,5)	13,1	16,0	21,8	31,5	44,8	72,8	0,00
	Murcia	97	23,9 (22,8 - 25,2)	21,2 (19,8 - 22,6)	11,9	14,9	20,0	28,9	41,4	50,9	0,00
	Islas Canarias	50	27,6 (26,4 - 28,8)	22,9 (22,9 - 23,0)	12,5	15,5	21,7	27,4	48,7	83,3	0,00

Tabla 8.4.2. Media aritmética (MA), media geométrica (MG) y percentiles seleccionados de la concentración de plomo en orina ($\mu\text{g/L}$) para la población estudiada. Porcentaje de muestras por debajo del límite de cuantificación (LC). LC= 0,05 $\mu\text{g/L}$.

Variable	Grupo	N	MA	MG	P10	P25	P50	P75	P90	P95	<LC (%)
Total		1694	1,40 (1,29 - 1,51)	1,00 (0,91 - 1,09)	0,35	0,65	1,11	1,77	2,73	3,38	2,80
Sexo	Hombre	854	1,61 (1,46 - 1,75)	1,17 (1,07 - 1,28)	0,48	0,77	1,24	1,99	3,05	3,79	1,60
	Mujer	840	1,15 (1,04 - 1,26)	0,82 (0,72 - 0,93)	0,30	0,55	0,93	1,52	2,15	2,71	4,00
Edad	<30 años	319	1,13 (1,01 - 1,25)	0,80 (0,68 - 0,94)	0,29	0,55	0,92	1,51	2,17	2,85	5,00
	30-39 años	698	1,23 (1,14 - 1,33)	0,92 (0,83 - 1,03)	0,35	0,62	1,02	1,61	2,37	3,00	2,70
	40-49 años	427	1,65 (1,33 - 1,96)	1,10 (0,96 - 1,27)	0,37	0,71	1,18	1,98	2,94	3,44	2,60
	>49 años	241	1,80 (1,61 - 1,99)	1,36 (1,24 - 1,50)	0,53	0,88	1,40	2,53	3,48	4,29	0,80
Área	Galicia	128	1,28 (0,82 - 1,75)	0,83 (0,50 - 1,36)	0,25	0,47	1,04	1,81	2,67	3,02	6,20
	Asturias-Cantabria	95	1,39 (1,22 - 1,57)	1,04 (0,77 - 1,40)	0,33	0,64	1,11	1,89	2,69	3,05	2,10
	País Vasco	133	1,28 (0,94 - 1,64)	0,89 (0,66 - 1,19)	0,27	0,61	1,00	1,53	2,85	3,35	3,80
	Navarra-La Rioja-Aragón	131	1,86 (1,47 - 2,25)	1,39 (1,06 - 1,82)	0,54	0,98	1,43	2,31	3,28	4,35	0,80
	Cataluña	227	1,40 (1,23 - 1,58)	1,10 (0,91 - 1,33)	0,46	0,74	1,28	1,74	2,65	3,31	1,30
	Castilla y León	140	1,50 (1,22 - 1,78)	1,12 (0,83 - 1,51)	0,45	0,77	1,26	2,00	3,08	3,79	4,30
	Madrid	179	1,43 (1,20 - 1,65)	1,02 (0,79 - 1,30)	0,34	0,71	1,14	1,86	2,83	3,38	2,80
	Cast.-Man.-Extremadura	137	1,47 (1,00 - 1,93)	0,94 (0,56 - 1,55)	0,27	0,64	1,05	1,69	3,02	3,40	2,20
	C. Valenciana-Baleares	183	1,22 (0,96 - 1,47)	0,90 (0,68 - 1,20)	0,33	0,61	1,06	1,61	2,37	3,10	3,30
	Andalucía-Ceuta	211	1,44 (1,01 - 1,86)	0,95 (0,78 - 1,17)	0,39	0,63	0,99	1,83	2,44	3,00	3,80
	Murcia	91	1,12 (0,87 - 1,37)	0,82 (0,77 - 0,87)	0,30	0,50	0,80	1,55	2,37	2,94	1,10
	Islas Canarias	39	1,57 (0,16 - 2,98)	1,04 (0,61 - 1,77)	0,45	0,64	0,99	1,50	1,73	5,15	0,00

Tabla 8.4.3. Media aritmética (MA), media geométrica (MG) y percentiles seleccionados de la concentración de plomo en orina ajustada a creatinina ($\mu\text{g/g creat.}$) para la población estudiada. Porcentaje de muestras por debajo del límite de cuantificación (LC). LC= 0,05 $\mu\text{g/L}$.

Variable	Grupo	N	MA	MG	P10	P25	P50	P75	P90	P95	<LC (%)
Total		1694	0,99 (0,89 - 1,10)	0,72 (0,66 - 0,79)	0,30	0,49	0,77	1,21	1,71	2,28	2,80
Sexo	Hombre	854	1,04 (0,92 - 1,17)	0,75 (0,69 - 0,82)	0,31	0,49	0,77	1,27	1,80	2,37	1,60
	Mujer	840	0,93 (0,83 - 1,03)	0,69 (0,61 - 0,77)	0,29	0,49	0,76	1,13	1,62	2,21	4,00
Edad	<30 años	319	0,69 (0,62 - 0,77)	0,52 (0,45 - 0,61)	0,23	0,36	0,60	0,87	1,31	1,61	5,00
	30-39 años	698	0,81 (0,74 - 0,88)	0,63 (0,57 - 0,70)	0,30	0,44	0,68	1,01	1,45	1,74	2,70
	40-49 años	427	1,23 (0,92 - 1,53)	0,85 (0,75 - 0,96)	0,36	0,58	0,89	1,34	1,86	2,47	2,60
	>49 años	241	1,50 (1,33 - 1,67)	1,20 (1,08 - 1,33)	0,57	0,81	1,23	1,84	2,86	3,76	0,80
Área	Galicia	128	0,92 (0,54 - 1,29)	0,61 (0,33 - 1,11)	0,20	0,40	0,69	1,25	2,00	2,26	6,20
	Asturias-Cantabria	95	0,97 (0,86 - 1,08)	0,74 (0,54 - 1,02)	0,27	0,43	0,82	1,34	1,99	2,18	2,10
	País Vasco	133	0,94 (0,70 - 1,17)	0,67 (0,53 - 0,86)	0,28	0,39	0,72	1,16	1,72	2,27	3,80
	Navarra-La Rioja-Aragón	131	1,14 (0,91 - 1,37)	0,93 (0,72 - 1,21)	0,45	0,61	0,98	1,45	2,12	2,28	0,80
	Cataluña	227	0,92 (0,78 - 1,05)	0,75 (0,64 - 0,88)	0,36	0,51	0,74	1,07	1,65	2,28	1,30
	Castilla y León	140	1,01 (0,83 - 1,18)	0,78 (0,59 - 1,02)	0,40	0,56	0,86	1,27	1,97	2,62	4,30
	Madrid	179	0,96 (0,74 - 1,17)	0,73 (0,58 - 0,92)	0,35	0,49	0,81	1,19	1,65	2,27	2,80
	Cast.-Man.-Extremadura	137	0,94 (0,61 - 1,28)	0,65 (0,40 - 1,06)	0,24	0,37	0,74	1,27	1,74	2,21	2,20
	C. Valenciana-Baleares	183	0,88 (0,65 - 1,11)	0,66 (0,48 - 0,90)	0,25	0,45	0,76	1,10	1,47	1,74	3,30
	Andalucía-Ceuta	211	1,25 (0,72 - 1,77)	0,74 (0,56 - 0,98)	0,30	0,46	0,78	1,31	2,04	2,94	3,80
	Murcia	91	0,78 (0,62 - 0,95)	0,61 (0,58 - 0,65)	0,22	0,47	0,65	0,94	1,40	1,76	1,10
	Islas Canarias	39	1,18 (0,48 - 1,89)	0,88 (0,64 - 1,22)	0,45	0,59	0,77	1,24	1,81	3,76	0,00

Tabla 8.4.4. Comparativa con valores descritos en otros países

HOMBRES		BIOAMBIENT.ES		ALEMANIA ^{1,2}		CANADÁ ³		COREA DEL SUR ⁴		EEUU ⁵		FRANCIA ⁶	
Compuesto (matriz)	Unidades	MG	P95	MG	P95	MG	P95	MG	P95	MG	P95	MG	P95
Plomo (sangre)	µg/L	28,3	64	35,8	79	13	35	22,8	40,9	11	37	30	85
Plomo (orina)	µg/L	1,17	3,79	NA	NA	0,57	2,1	NA	NA	0,41	1,73	NA	NA
	µg/g creatinina	0,75	2,37	NA	NA	0,46	1,5	NA	NA	0,39	1,51	NA	NA

MUJERES		BIOAMBIENT.ES		ALEMANIA ^{1,2}		CANADÁ ³		COREA DEL SUR ⁴		EEUU ⁵		FRANCIA ⁶	
Compuesto (matriz)	Unidades	MG	P95	MG	P95	MG	P95	MG	P95	MG	P95	MG	P95
Plomo (sangre)	µg/L	19,5	44,8	26,3	62	11	28	16,6	45,3	8	26	22,1	58
Plomo (orina)	µg/L	0,82	2,71	NA	NA	0,47	1,8	NA	NA	0,32	1,31	NA	NA
	µg/g creatinina	0,69	2,21	NA	NA	0,51	1,7	NA	NA	0,43	1,49	NA	NA

NA= No Analizado.¹ Becker *et al.*, 2002; ² Becker *et al.*, 2003; ³ Health Canada. 2013; ⁴ Choi *et al.*, 2017; ⁵ CDC, 2021; ⁶ Fréry *et al.*, 2011.

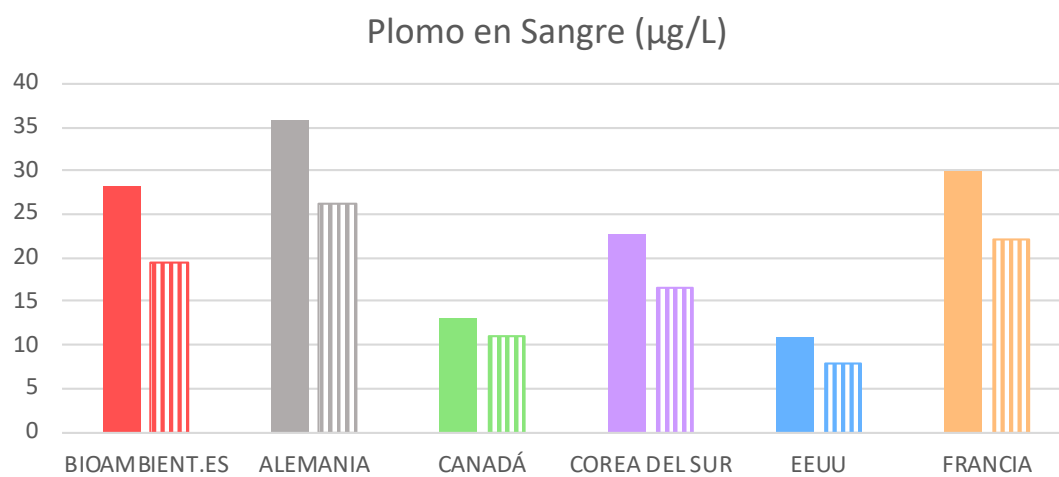


Figura 8.4.3. Gráfica comparativa de las medias geométricas (MG) obtenidas en BIOAMBIENT.ES con las descritas en otros países. Los hombres están representados en colores sólidos y las mujeres con trama de rayas.

8.5. Selenio

El selenio es un elemento esencial, de origen natural y presente en la corteza terrestre. Como elemento esencial su presencia en el organismo es necesaria para mantener un estado saludable, aunque la exposición a niveles altos puede producir efectos adversos. Inhalar puntualmente vapores altos de selenio, normalmente en situaciones laborales, puede producir mareo, fatiga, irritación de las mucosas y alteraciones respiratorias. La exposición crónica a altas concentraciones de compuestos de selenio puede producir selenosis, enfermedad que se caracteriza por pérdida del cabello, uñas quebradizas y anormalidades neurológicas.

El selenio se encuentra en cantidades traza en la mayoría de los tejidos vegetales y animales ya que forma parte de numerosas enzimas y está descrito que puede reducir la toxicidad del metilmercurio. Los niveles elevados de selenio en el medio ambiente pueden originarse por la erosión de los depósitos de metales pesados y suelos, o como consecuencia de actividades antropogénicas tales como la minería, procesos metalúrgicos, combustión de combustibles fósiles, y en general cualquier proceso de combustión a gran escala. El selenio se obtiene también como subproducto en el refinado de cobre, así como en el reciclaje de productos metálicos.

Se utiliza en medidores de luz, semiconductores, células fotoeléctricas y solares, y también está presente en el acero inoxidable, esmaltes, tintas, goma, plaguicidas, fungicidas, baterías, explosivos y champús. (ATSDR, 2003). La fuente principal de exposición en humanos es la dieta e incluso ciertos suplementos dietéticos contienen este elemento.

La figura 8.5.1. presenta las principales fuentes de exposición, la matriz biológica analizada y los posibles efectos adversos sobre la salud por exceso de exposición.

Este agente se midió en una submuestra de los participantes de BIOAMBIENT.ES. En la figura 8.5.2. se representan gráficamente los resultados obtenidos en función del sexo, edad y área geográfica, y en la tabla 8.5.1. se presentan los resultados descriptivos de media aritmética (MA), media geométrica (MG) y percentiles para el selenio en sangre para estos participantes.

La tabla 8.5.2 y figura 8.5.3 presentan la comparativa de los niveles de selenio (MG y P95) encontrados en la submuestra analizada en BIOAMBIENT.ES con los valores descritos en estudios realizados en otros países.

No existen por el momento referencias para valores guía basados en salud para el selenio, aunque se puede consultar la existencia de equivalentes de Biomonitorización en [HB2GV Dashboard](#).

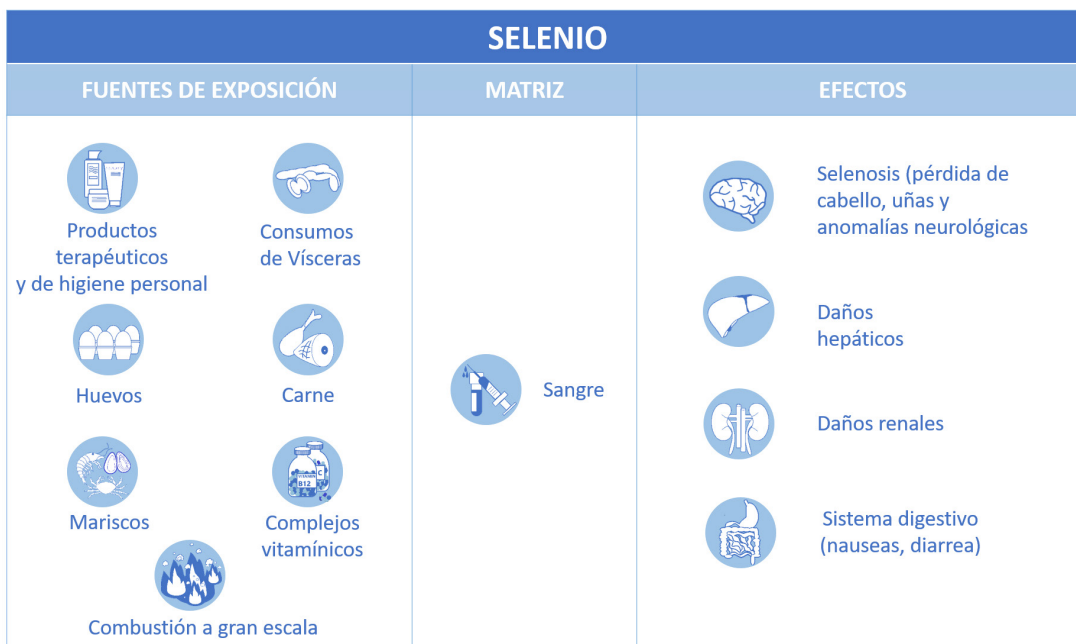


Figura 8.5.1. Infografía del selenio: fuentes de exposición, matriz biológica analizada y posibles efectos adversos sobre la salud por exceso de exposición.

Selenio en sangre ($\mu\text{g/L}$)

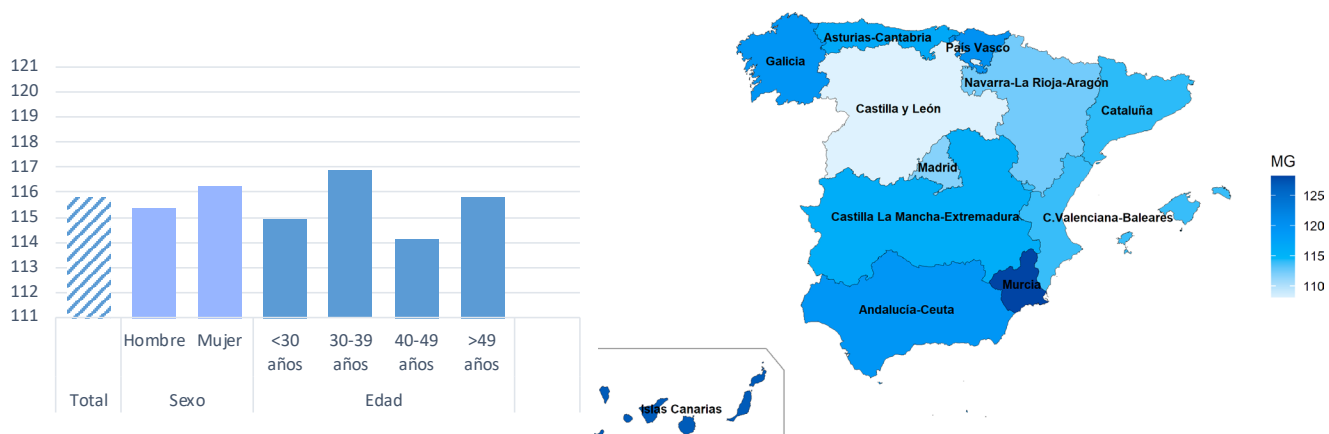


Figura 8.5.2. Resultados de selenio en sangre ($\mu\text{g/L}$) en función del sexo, edad y área geográfica. MG= media geométrica

Tabla 8.5.1. Media aritmética (MA), media geométrica (MG) y percentiles seleccionados de la concentración de selenio en sangre ($\mu\text{g/L}$) para la población estudiada. Porcentaje de muestras por debajo del límite de cuantificación (LC). LC= 5,00 $\mu\text{g/L}$.

Variable	Grupo	N	MA	MG	P10	P25	P50	P75	P90	P95	<LC (%)
Total		303	117,4 (114,4 - 120,3)	115,8 (113,0 - 118,7)	95,6	104,0	114,0	128,0	141,0	151,0	0,0
Sexo	Hombre	155	117,4 (113,4 - 121,3)	115,4 (111,6 - 119,5)	95,4	103,0	114,0	128,0	143,0	151,0	0,0
	Mujer	148	117,4 (113,6 - 121,2)	116,3 (112,6 - 120,1)	98,5	106,0	115,0	129,0	140,0	151,0	0,0
Edad	<30 años	57	116,9 (111,3 - 122,6)	115,0 (110,4 - 119,7)	92,8	101,0	115,0	124,0	141,0	144,0	0,0
	30-39 años	115	118,2 (113,5 - 122,8)	116,9 (112,2 - 121,7)	101,0	107,0	117,0	128,0	140,0	145,0	0,0
	40-49 años	79	116,0 (110,5 - 121,6)	114,1 (108,9 - 119,6)	88,7	99,2	113,0	130,0	142,0	153,0	0,0
	>49 años	49	117,4 (112,2 - 122,5)	115,8 (110,9 - 121,0)	95,8	104,0	111,0	127,0	148,0	157,0	0,0
Área	Galicia	9	121,0 (112,2 - 129,8)	119,5 (110,5 - 129,2)	107,0	107,0	114,0	122,0	138,0	186,0	0,0
	Asturias-Cantabria	17	117,8 (112, - 123,1)	116,8 (111,7 - 122,1)	101,0	105,0	113,0	132,0	141,0	141,0	0,0
	País Vasco	27	124,8 (114,9 - 134,7)	120,1 (113,5 - 127,1)	89,1	102,0	115,0	131,0	160,0	194,0	0,0
	Navarra-La Rioja-Aragón	18	114,6 (107,6 - 121,6)	112,4 (106,3 - 118,9)	88,7	92,3	110,0	139,0	153,0	153,0	0,0
	Cataluña	18	115,2 (102,7 - 127,7)	114,2 (102,1 - 127,6)	95,6	106,0	108,0	128,0	137,0	142,0	0,0
	Castilla y León	29	109,7 (106,8 - 112,5)	108,1 (105,9 - 110,3)	85,6	91,5	105,0	124,0	138,0	151,0	0,0
	Madrid	37	113,0 (107,9 - 118,2)	111,8 (106,6 - 117,2)	92,8	98,5	114,0	125,0	140,0	145,0	0,0
	Cast.-Man.-Extremadura	41	117,4 (109,3 - 125,4)	116,0 (108,0 - 124,5)	98,7	105,0	115,0	125,0	136,0	169,0	0,0
	C. Valenciana-Baleares	26	114,4 (111,4 - 117,5)	113,9 (111,1 - 116,9)	104,0	107,0	109,0	122,0	130,0	136,0	0,0
	Andalucía-Ceuta	43	121,0 (114,8 - 127,3)	119,3 (112,9 - 126,02)	102,0	107,0	120,0	133,0	143,0	151,0	0,0
	Murcia	27	129,7 (110,9 - 148,6)	128,2 (111,7 - 147,1)	108,0	116,0	128,0	145,0	152,0	155,0	0,0
	Islas Canarias	11	130,1 (114,4 - 145,8)	126,8 (110,8 - 145,2)	99,1	108,0	140,0	156,0	157,0	162,0	0,0

Tabla 8.5.2. Comparativa con valores descritos en otros países

HOMBRES		BIOAMBIENT.ES		CANADÁ ¹		EEUU ²	
Compuesto (matriz)	Unidades	MG	P95	MG	P95	MG	P95
Selenio (sangre)	µg/L	115,4	151	190	240	192	238

MUJERES		BIOAMBIENT.ES		CANADÁ ¹		EEUU ²	
Compuesto (matriz)	Unidades	MG	P95	MG	P95	MG	P95
Selenio (sangre)	µg/L	116,3	151	190	240	188	233

¹ Health Canada. 2013; ² CDC, 2021.

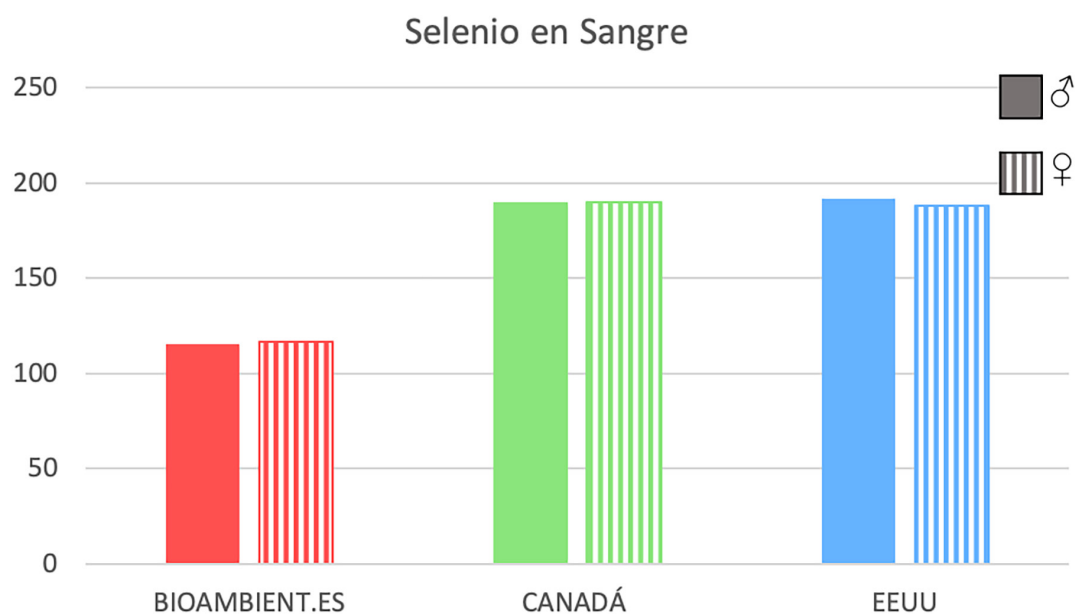


Figura 8.5.3. Gráfica comparativa de las medias geométricas (MG) obtenidas en BIOAMBIENT.ES con las descritas en otros países. Los hombres están representados en colores sólidos y las mujeres con trama de rayas.

8.6. Talio

El talio es un metal muy blando y maleable de color metálico, que en contacto con el aire pasa rápidamente a un tono gris azulado, similar al plomo. Puede encontrarse combinado con otros metales en aleaciones, o con bromo, cloro, flúor y yodo para formar sales. Por su bajo punto de fusión se emplea en termómetros de bajas temperaturas (ATSRD, 1992).

Entre los usos históricos del talio y sus sales destacan su empleo como insecticida y rodenticida hasta finales de los años 70 pero está prohibido en la actualidad. Actualmente destacan sus aplicaciones ópticas, como parte de cristales infrarrojos y en la confección de lentes, debido a su alto índice de refracción. El talio se utiliza también en la medicina nuclear, para la identificación de tumores óseos y en el seguimiento de la efectividad de las terapias contra el cáncer (EPA, 2009). La mayor fuente de exposición en la población general es a través de la dieta y el tabaco.

El talio puede ser un elemento altamente tóxico por su similitud con el potasio, que está implicado en importantes funciones biológicas, así como por su afinidad a los enlaces de sulfuro, pudiendo interferir con proteínas sulfuradas.

La figura 8.6.1. presenta las fuentes de exposición, las matrices biológicas donde se ha analizado el biomarcador y los posibles efectos adversos sobre la salud.

En la figura 8.6.2. se representan gráficamente los resultados en función del sexo, edad y área geográfica.

Las tablas 8.6.1.-2. presentan los resultados descriptivos de media aritmética (MA), media geométrica (MG) y percentiles en el total de participantes de BIOAMBIENT.ES para el talio en orina y en orina ajustada a creatinina ($\mu\text{g/g}$).

La tabla 8.6.3. y figura 8.6.3. presentan la comparativa de los niveles de talio (MG y P95) encontrados en la población estudiada con los valores descritos en estudios realizados en otros países.

La tabla 8.6.4. recoge el valor guía basado en efectos en la salud descrito en la literatura para el talio. Para este compuesto la Comisión Alemana de Biomonitorización Humana solo ha definido el valor guía HBM I. En la figura 8.6.4. se representa, por tanto, únicamente el porcentaje de la población analizada en BIOAMBIENT.ES con niveles de talio por encima de dicho valor HBM I.





TALIO		
FUENTES DE EXPOSICIÓN	MATRIZ	EFFECTOS
 Tabaco  Pescados  Mariscos  Frutas y verduras	 Orina	 Sistema nervioso, lesiones neurológicas  Alteraciones sistema digestivo

Figura 8.6.1. Infografía del Talio: fuentes de exposición, matriz biológica analizada y posibles efectos adversos sobre la salud.

Talio en orina ($\mu\text{g/g creat.}$)

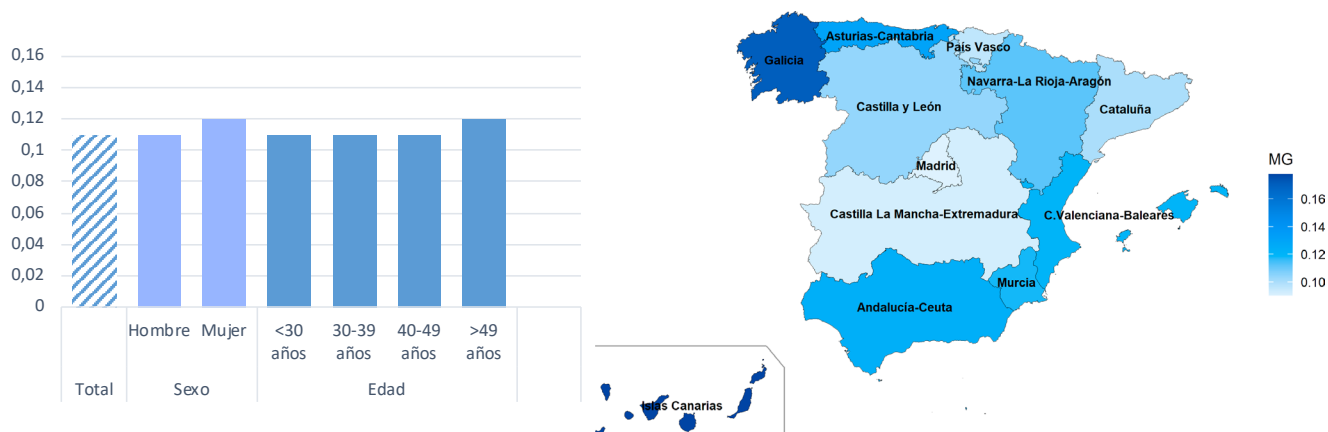


Figura 8.6.2. Resultados del talio en orina ajustada a creatinina ($\mu\text{g/g}$) en función del sexo, edad y área geográfica. MG= media geométrica

Tabla 8.6.1. Media aritmética (MA), media geométrica (MG) y percentiles seleccionados de la concentración de talio en orina ($\mu\text{g/L}$) para la población estudiada. Porcentaje de muestras por debajo del límite de cuantificación (LC). LC= 0,05 $\mu\text{g/L}$.

Variable	Grupo	N	MA	MG	P10	P25	P50	P75	P90	P95	<LC (%)
Total		1584	0,20 (0,17 - 0,24)	0,16 (0,14 - 0,17)	0,06	0,11	0,17	0,24	0,31	0,36	7,30
Sexo	Hombre	803	0,20 (0,18 - 0,21)	0,16 (0,15 - 0,18)	0,08	0,12	0,18	0,25	0,32	0,36	5,50
	Mujer	781	0,22 (0,15 - 0,29)	0,14 (0,13 - 0,16)	0,05	0,09	0,16	0,23	0,31	0,38	9,10
Edad	<30 años	284	0,23 (0,16 - 0,29)	0,17 (0,15 - 0,19)	0,07	0,11	0,19	0,26	0,33	0,39	4,90
	30-39 años	658	0,22 (0,15 - 0,29)	0,16 (0,15 - 0,17)	0,07	0,12	0,17	0,25	0,32	0,36	5,80
	40-49 años	405	0,18 (0,16 - 0,21)	0,15 (0,13 - 0,17)	0,06	0,10	0,16	0,23	0,31	0,37	9,60
	>49 años	229	0,16 (0,15 - 0,18)	0,13 (0,12 - 0,15)	<LC	0,09	0,15	0,21	0,28	0,34	10,50
Área	Galicia	128	0,30 (0,18 - 0,42)	0,23 (0,14 - 0,39)	0,08	0,15	0,28	0,38	0,58	0,75	5,50
	Asturias-Cantabria	78	0,20 (0,20 - 0,21)	0,18 (0,18 - 0,19)	0,10	0,14	0,17	0,27	0,32	0,39	2,60
	País Vasco	134	0,15 (0,10 - 0,20)	0,13 (0,09 - 0,18)	<LC	0,09	0,15	0,20	0,26	0,30	13,4
	Navarra-La Rioja-Aragón	124	0,20 (0,18 - 0,22)	0,17 (0,15 - 0,21)	0,08	0,12	0,20	0,25	0,32	0,34	3,20
	Cataluña	229	0,17 (0,16 - 0,19)	0,15 (0,13 - 0,18)	0,05	0,11	0,17	0,23	0,29	0,31	8,30
	Castilla y León	142	0,27 (0,07 - 0,47)	0,15 (0,11 - 0,21)	0,05	0,11	0,16	0,23	0,32	0,35	8,50
	Madrid	171	0,15 (0,12 - 0,18)	0,13 (0,10 - 0,15)	<LC	0,09	0,14	0,20	0,26	0,30	12,3
	Cast.-Man.- Extremadura	114	0,16 (0,11 - 0,21)	0,13 (0,10 - 0,18)	0,05	0,10	0,15	0,21	0,29	0,34	7,00
	C. Valenciana - Baleares	180	0,28 (0,06 - 0,50)	0,16 (0,13 - 0,20)	0,08	0,12	0,17	0,24	0,30	0,34	4,40
	Andalucía-Ceuta	194	0,19 (0,16 - 0,22)	0,16 (0,14 - 0,18)	0,08	0,11	0,17	0,24	0,32	0,37	5,70
	Murcia	42	0,20 (0,15 - 0,25)	0,17 (0,14 - 0,20)	0,06	0,13	0,22	0,27	0,32	0,33	7,10
	Islas Canarias	48	0,26 (0,24 - 0,27)	0,20 (0,14 - 0,28)	0,06	0,15	0,19	0,29	0,47	0,75	4,20

Tabla 8.6.2. Media aritmética (MA) media geométrica (MG) y percentiles seleccionados de la concentración de talio en orina ajustada a creatinina ($\mu\text{g/g creat.}$) para la población estudiada. Porcentaje de muestras por debajo del límite de cuantificación (LC). LC=0,05 $\mu\text{g/L}$.

Variable	Grupo	N	MA	MG	P10	P25	P50	P75	P90	P95	<LC (%)
Total		1584	0,16 (0,10 - 0,22)	0,11 (0,10 - 0,12)	0,05	0,08	0,12	0,16	0,22	0,28	7,30
Sexo	Hombre	803	0,12 (0,11 - 0,14)	0,11 (0,10 - 0,11)	0,05	0,08	0,11	0,15	0,20	0,25	5,50
	Mujer	781	0,21 (0,08 - 0,33)	0,12 (0,11 - 0,13)	0,05	0,08	0,12	0,17	0,24	0,32	9,10
Edad	<30 años	284	0,14 (0,11 - 0,17)	0,11 (0,10 - 0,12)	0,06	0,07	0,12	0,16	0,21	0,26	4,90
	30-39 años	658	0,19 (0,06 - 0,32)	0,11 (0,10 - 0,12)	0,05	0,08	0,11	0,16	0,22	0,25	5,80
	40-49 años	405	0,14 (0,12 - 0,16)	0,11 (0,10 - 0,13)	0,05	0,08	0,12	0,16	0,23	0,32	9,60
	>49 años	229	0,14 (0,13 - 0,16)	0,12 (0,10 - 0,13)	<LC	0,08	0,12	0,16	0,24	0,35	10,50
Área	Galicia	128	0,22 (0,13 - 0,31)	0,17 (0,11 - 0,26)	0,06	0,10	0,19	0,25	0,39	0,55	5,50
	Asturias-Cantabria	78	0,15 (0,15 - 0,15)	0,13 (0,12 - 0,14)	0,08	0,10	0,13	0,17	0,25	0,31	2,60
	País Vasco	134	0,11 (0,08 - 0,15)	0,10 (0,07 - 0,13)	<LC	0,07	0,09	0,14	0,21	0,26	13,4
	Navarra-La Rioja-Aragón	124	0,12 (0,10 - 0,14)	0,11 (0,09 - 0,13)	0,06	0,09	0,12	0,14	0,18	0,21	3,20
	Cataluña	229	0,11 (0,10 - 0,13)	0,10 (0,09 - 0,12)	0,05	0,07	0,11	0,13	0,18	0,22	8,30
	Castilla y León	142	0,16 (0,06 - 0,26)	0,10 (0,08 - 0,14)	0,05	0,08	0,10	0,14	0,21	0,26	8,50
	Madrid	171	0,10 (0,08 - 0,13)	0,09 (0,07 - 0,11)	<LC	0,06	0,09	0,14	0,19	0,21	12,3
	Cast.-Man.-Extremadura	114	0,10 (0,08 - 0,12)	0,09 (0,07 - 0,12)	0,05	0,06	0,09	0,13	0,16	0,18	7,00
	C. Valenciana-Baleares	180	0,33 (-0,09 - 0,74)	0,12 (0,10 - 0,15)	0,06	0,08	0,11	0,16	0,21	0,26	4,40
	Andalucía-Ceuta	194	0,15 (0,12 - 0,18)	0,12 (0,10 - 0,15)	0,06	0,09	0,13	0,19	0,24	0,31	5,70
	Murcia	42	0,13 (0,10 - 0,16)	0,12 (0,10 - 0,15)	0,07	0,10	0,12	0,15	0,18	0,20	7,10
	Islas Canarias	48	0,22 (0,21 - 0,23)	0,18 (0,17 - 0,18)	0,10	0,12	0,16	0,23	0,45	0,64	4,20

Tabla 8.6.3. Comparativa con valores descritos en otros países

HOMBRES		BIOAMBIENT.ES		CANADÁ ¹		EEUU ²	
Compuesto (matriz)	Unidades	MG	P95	MG	P95	MG	P95
Talio (orina)	µg/L	0,16	0,36	0,24	0,67	0,17	0,43
	µg/g creatinina	0,11	0,25	0,2	0,49	0,15	0,35

MUJERES		BIOAMBIENT.ES		CANADÁ ¹		EEUU ²	
Compuesto (matriz)	Unidades	MG	P95	MG	P95	MG	P95
Talio (orina)	µg/L	0,14	0,38	0,21	0,59	0,14	0,43
	µg/g creatinina	0,12	0,32	0,24	0,59	0,18	0,48

¹ Health Canada. 2013; ² CDC, 2021.

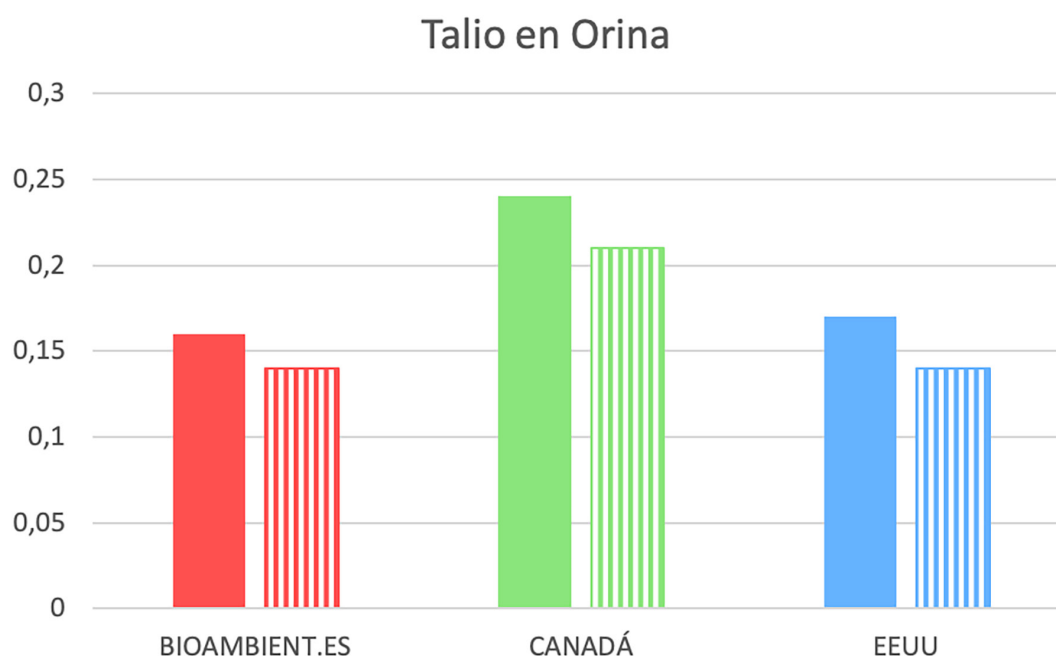


Figura 8.6.3. Gráficas comparativas de las medias geométricas (MG) obtenidas en BIOAMBIENT.ES con las descritas en otros países. Los hombres están representados en colores sólidos y las mujeres con trama de rayas.

Tabla 8.6.4. Valores guía para talio en orina basados en efectos en la salud

Compuesto	N° CAS	Grupo de edad	Fuente	Matriz	Valor guía de biomonitorización	Valor	Unidades	Ref.
Talio	7440-28-0	No especificado	German HB Commission (2011)	Orina	HBM-I	5	µg/L	1

¹ Apel *et al.*, 2017.



Figura 8.6.4. Porcentaje de población de BIOAMBIENT.ES con niveles de talio en orina por encima del valor guía basado en salud HBM I, definido por la Comisión Alemana de Biomonitorización Humana. No se ha definido valor HBM II.

RESULTADOS: COMPUESTOS ORGÁNICOS

9.1. Metabolitos hidroxilados de Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAP)

Los Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAP) son un grupo de sustancias formado por más de 100 compuestos orgánicos diferentes que presentan dos o más anillos de benceno en su estructura, lo que les proporciona una alta estabilidad química.

La contaminación por HAP se produce como consecuencia de la combustión incompleta de combustibles fósiles, quemas de material orgánico, residuos y madera, así como de los vertidos de petróleo crudo o refinado. Normalmente aparecen en el ambiente como mezclas de isómeros. Entre las fuentes de exposición de la población a estas sustancias se encuentra el tabaco como una de las principales y para la población no fumadora, la principal contaminación se produce a través de la dieta o por inhalación en zonas con alta contaminación atmosférica. Por su toxicidad, persistencia y capacidad de ser transportados a largas distancias, los HAP se consideran Contaminantes Orgánicos Persistentes (COP) y están regulados por el [Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes](#) y el [Reglamento 850/2004 \(CE\)](#).

La exposición a HAP se puede evaluar midiendo diferentes metabolitos en orina. En este estudio, se ha seleccionado el 1-hidroxipireno como biomarcador principal de exposición a estos compuestos, ya que es el más utilizado al encontrarse el pireno de forma generalizada en las mezclas de HAP en concentraciones relativamente elevadas. Otros biomarcadores también analizados incluyen algunos metabolitos del fenantreno.

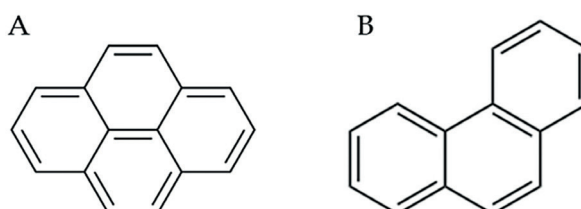


Figura 9.1.1. Estructura química del A) pireno y B) fenantreno

En la figura 9.1.2. se presentan las fuentes de exposición, las matrices donde se han analizado los biomarcadores seleccionados y los posibles efectos adversos sobre la salud.

En la figura 9.1.3. se representan gráficamente los resultados de los metabolitos de HAP analizados en BIOAMBIENT.ES en función del sexo, edad y área geográfica.

En las tablas 9.1.1-4. se presentan los resultados descriptivos de 1-hidroxipireno en orina y en orina ajustada a creatinina, en la submuestra total, fumadores y no fumadores. Se presentan, además, los resultados para otros biomarcadores analizados, el 4-hidroxifenantreno y el sumatorio de los isómeros de los hidroxifenantrenos en orina y en orina ajustada a creatinina (tablas 9.1.5.-12.).

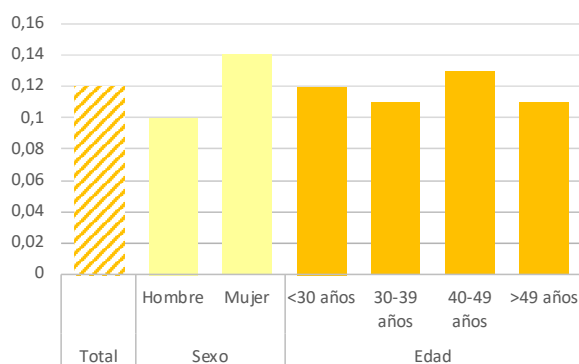
La tabla 9.1.13. y figura 9.1.4. presentan la comparativa de los niveles de 1-hidroxipireno encontrados en BIOAMBIENT.ES con los valores descritos en estudios realizados en otros países.

Por el momento no se dispone de valores guía basados en efectos en la salud para HAP, aunque se pueden consultar los equivalentes de biomonitorización (BE) en [HB2GV Dashboard](#).

HIDROCARBUROS AROMÁTICOS POLICÍCLICOS (HAP)		
FUENTES DE EXPOSICIÓN	MATRIZ	EFFECTOS
Aguas y suelos contaminados Tabaco Aire contaminado por combustión incompleta Alimentos ahumados Alimentos de barbacoa	Orina	Carcinógeno Daños pulmonares (asma) Daños renales Alteraciones inmunológicas

Figura 9.1.2. Infografía de los Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAP): fuentes de exposición, matriz biológica analizada y posibles efectos adversos sobre la salud.

1- Hidroxipireno en orina ($\mu\text{g/g creat.}$)



Sumatorio de 1,2,3,4 y 9 hidroxifenantrenos en orina ($\mu\text{g/g creat.}$)

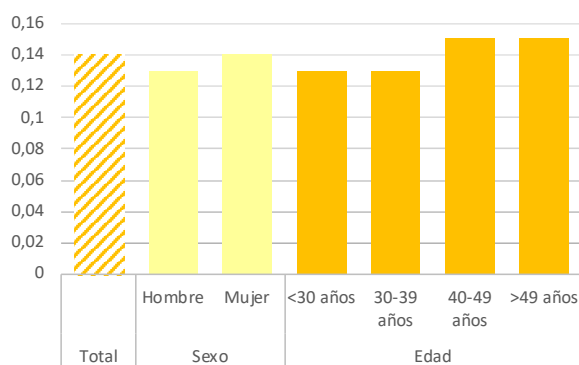


Figura 9.1.3. Resultados de 1-hidroxipireno y del sumatorio de 1,2,3,4, y 9 hidroxifenantreno en orina ajustada a creatinina ($\mu\text{g/g creat.}$) en función del sexo, edad y área geográfica. MG= media geométrica

Tabla 9.1.1. Media aritmética (MA) media geométrica (MG) y percentiles seleccionados de la concentración de 1-hidroxipireno en orina ($\mu\text{g/L}$) para la población estudiada. Porcentaje de muestras por debajo del límite de cuantificación (LC). LC= 0,03 $\mu\text{g/L}$.

Variable	Grupo	N	MA	MG	P10	P25	P50	P75	P90	P95	<LC (%)
Total		959	0,30 (0,27 - 0,33)	0,17 (0,15 - 0,18)	<LC	0,08	0,18	0,38	0,72	0,98	12,5
Sexo	Hombre	522	0,29 (0,25 - 0,33)	0,17 (0,14 - 0,20)	<LC	0,08	0,19	0,38	0,62	0,96	12,5
	Mujer	437	0,30 (0,26 - 0,34)	0,16 (0,14 - 0,19)	<LC	0,08	0,18	0,40	0,82	1,06	12,6
Edad	<30 años	181	0,30 (0,25 - 0,36)	0,18 (0,15 - 0,22)	0,02	0,10	0,19	0,40	0,60	0,93	9,4
	30-39 años	413	0,29 (0,25 - 0,32)	0,17 (0,14 - 0,19)	<LC	0,08	0,19	0,37	0,65	0,95	11,4
	40-49 años	249	0,32 (0,26 - 0,37)	0,17 (0,14 - 0,20)	<LC	0,07	0,18	0,43	0,91	1,09	15,3
	>49 años	109	0,26 (0,16 - 0,36)	0,14 (0,10 - 0,19)	<LC	0,06	0,14	0,34	0,70	0,99	16,5
Área	Galicia	88	0,38 (0,37 - 0,39)	0,22 (0,20 - 0,25)	0,04	0,11	0,25	0,48	0,94	1,35	5,7
	Asturias-Cantabria	52	0,39 (0,38 - 0,40)	0,17 (0,12 - 0,24)	<LC	0,07	0,17	0,44	0,98	1,48	17,3
	País Vasco	98	0,31 (0,24 - 0,38)	0,17 (0,15 - 0,20)	<LC	0,08	0,18	0,33	0,67	1,19	12,2
	Navarra-La Rioja-Aragón	63	0,26 (0,23 - 0,30)	0,17 (0,15 - 0,20)	0,04	0,09	0,21	0,34	0,56	0,81	6,3
	Cataluña	136	0,25 (0,21 - 0,29)	0,14 (0,11 - 0,17)	<LC	0,06	0,16	0,38	0,54	0,79	16,2
	Castilla y León	65	0,45 (0,34 - 0,55)	0,26 (0,17 - 0,40)	0,02	0,14	0,39	0,65	1,04	1,17	9,2
	Madrid	98	0,31 (0,20 - 0,41)	0,18 (0,13 - 0,25)	0,04	0,10	0,18	0,40	0,88	1,12	9,2
	Cast.-Man.-Extremadura	78	0,36 (0,25 - 0,47)	0,24 (0,17 - 0,32)	0,05	0,17	0,27	0,44	0,76	0,93	7,7
	C. Valenciana-Baleares	116	0,26 (0,19 - 0,34)	0,15 (0,10 - 0,22)	<LC	0,08	0,16	0,37	0,66	0,83	18,1
	Andalucía-Ceuta	94	0,24 (0,17 - 0,31)	0,14 (0,10 - 0,20)	<LC	0,07	0,17	0,30	0,54	0,91	13,8
	Murcia	44	0,24 (0,16 - 0,32)	0,12 (0,11 - 0,13)	<LC	0,04	0,14	0,28	0,46	0,55	18,2
	Islas Canarias	27	0,35 (0,14 - 0,55)	0,13 (0,12 - 0,14)	<LC	0,02	0,12	0,98	1,06	1,06	18,5

Tabla 9.1.2. Media aritmética (MA) media geométrica (MG) y percentiles seleccionados de la concentración de 1-hidroxi-pireno en orina ajustada a creatinina ($\mu\text{g/g creat.}$) para la población estudiada. Porcentaje de muestras por debajo del límite de cuantificación (LC). LC=0,03 $\mu\text{g/L}$.

Variable	Grupo	N	MA	MG	P10	P25	P50	P75	P90	P95	<LC (%)
Total		959	0,22 (0,19 - 0,25)	0,12 (0,11 - 0,13)	<LC	0,06	0,13	0,26	0,46	0,68	12,5
Sexo	Hombre	522	0,18 (0,16 - 0,22)	0,10 (0,09 - 0,12)	<LC	0,05	0,12	0,22	0,39	0,62	12,5
	Mujer	437	0,26 (0,18 - 0,34)	0,14 (0,12 - 0,15)	<LC	0,07	0,14	0,32	0,55	0,76	12,6
Edad	<30 años	181	0,21 (0,16 - 0,26)	0,12 (0,10 - 0,15)	0,03	0,06	0,13	0,25	0,46	0,61	9,4
	30-39 años	413	0,20 (0,17 - 0,22)	0,11 (0,10 - 0,13)	<LC	0,06	0,12	0,22	0,41	0,64	11,4
	40-49 años	249	0,27 (0,16 - 0,38)	0,13 (0,11 - 0,16)	<LC	0,06	0,14	0,31	0,57	0,79	15,3
	>49 años	109	0,22 (0,15 - 0,28)	0,11 (0,08 - 0,15)	<LC	0,05	0,11	0,26	0,41	0,93	16,5
Área	Galicia	88	0,26 (0,19 - 0,34)	0,16 (0,11 - 0,22)	0,05	0,09	0,17	0,31	0,60	0,83	5,7
	Asturias-Cantabria	52	0,28 (0,26 - 0,30)	0,12 (0,09 - 0,17)	<LC	0,06	0,11	0,22	0,69	0,92	17,3
	País Vasco	98	0,21 (0,14 - 0,29)	0,13 (0,10 - 0,18)	<LC	0,08	0,14	0,25	0,49	0,58	12,2
	Navarra-La Rioja-Aragón	63	0,17 (0,16 - 0,19)	0,12 (0,10 - 0,13)	0,03	0,07	0,12	0,22	0,39	0,55	6,30
	Cataluña	136	0,17 (0,16 - 0,19)	0,10 (0,08 - 0,11)	<LC	0,04	0,11	0,25	0,40	0,45	16,2
	Castilla y León	65	0,30 (0,28 - 0,33)	0,17 (0,13 - 0,24)	0,02	0,09	0,20	0,42	0,72	0,93	9,20
	Madrid	98	0,21 (0,17 - 0,25)	0,13 (0,10 - 0,17)	0,03	0,07	0,12	0,24	0,46	0,88	9,20
	Cast.-Man.-Extremadura	78	0,25 (0,17 - 0,33)	0,16 (0,11 - 0,24)	0,03	0,09	0,18	0,34	0,46	0,60	7,70
	C. Valenciana-Baleares	116	0,19 (0,13 - 0,24)	0,11 (0,07 - 0,16)	<LC	0,06	0,12	0,24	0,41	0,64	18,1
	Andalucía-Ceuta	94	0,18 (0,13 - 0,22)	0,10 (0,07 - 0,14)	<LC	0,06	0,11	0,22	0,40	0,59	13,8
	Murcia	44	0,24 (0,11 - 0,37)	0,09 (0,07 - 0,11)	<LC	0,04	0,11	0,20	0,37	0,55	18,2
	Islas Canarias	27	0,53 (0,07 - 0,99)	0,12 (0,07 - 0,21)	<LC	0,02	0,11	0,54	3,13	3,13	18,5

Tabla 9.1.3. Media aritmética (MA) media geométrica (MG) y percentiles seleccionados de la concentración de 1-hidroxipireno en orina ajustada a creatinina ($\mu\text{g/g creat.}$) para la población fumadora. Porcentaje de muestras por debajo del límite de cuantificación (LC). LC=0,03 $\mu\text{g/L}$.

Variable	Grupo	N	MA	MG	P10	P25	P50	P75	P90	P95	<LC (%)
Total		356	0,33 (0,25 - 0,41)	0,20 (0,16 - 0,24)	0,05	0,11	0,22	0,39	0,64	0,88	5,60
Sexo	Hombre	184	0,28 (0,22 - 0,33)	0,17 (0,13 - 0,23)	0,04	0,10	0,20	0,34	0,58	0,85	6,50
	Mujer	172	0,38 (0,18 - 0,58)	0,23 (0,17 - 0,31)	0,06	0,12	0,28	0,43	0,69	0,88	4,70
Edad	<30 años	75	0,31 (0,22 - 0,41)	0,21 (0,15 - 0,28)	0,06	0,14	0,20	0,39	0,57	0,67	4,00
	30-39 años	165	0,25 (0,22 - 0,29)	0,17 (0,15 - 0,20)	0,05	0,10	0,19	0,33	0,55	0,69	4,20
	40-49 años	86	0,44 (0,18 - 0,70)	0,23 (0,15 - 0,36)	0,06	0,11	0,27	0,53	0,74	1,08	9,30
	>49 años	28	0,45 (0,28 - 0,62)	0,27 (0,13 - 0,54)	0,04	0,20	0,36	0,63	1,14	1,27	7,10
Área	Galicia	36	0,30 (0,24 - 0,37)	0,22 (0,20 - 0,25)	0,10	0,17	0,26	0,34	0,71	0,73	5,60
	Asturias-Cantabria	20	0,29 (0,18 - 0,41)	0,15 (0,07 - 0,35)	<LC	0,06	0,19	0,43	0,74	0,92	15,0
	País Vasco	27	0,29 (0,16 - 0,42)	0,21 (0,11 - 0,40)	0,03	0,15	0,25	0,42	0,57	0,64	3,70
	Navarra-La Rioja-Aragón	17	0,29 (0,28 - 0,30)	0,23 (0,21 - 0,24)	0,11	0,12	0,24	0,39	0,61	0,66	0,00
	Cataluña	58	0,26 (0,22 - 0,30)	0,16 (0,14 - 0,20)	<LC	0,09	0,20	0,36	0,44	0,69	12,1
	Castilla y León	23	0,40 (0,33 - 0,48)	0,28 (0,22 - 0,36)	0,09	0,19	0,40	0,58	0,87	0,93	4,30
	Madrid	48	0,30 (0,22 - 0,38)	0,20 (0,14 - 0,29)	0,06	0,11	0,19	0,36	0,88	0,97	0,00
	Cast.-Man.-Extremadura	33	0,35 (0,27 - 0,43)	0,28 (0,20 - 0,37)	0,10	0,18	0,33	0,40	0,57	0,85	0,00
	C. Valenciana-Baleares	41	0,26 (0,15 - 0,37)	0,19 (0,11 - 0,32)	0,08	0,12	0,20	0,30	0,63	0,68	2,40
	Andalucía-Ceuta	31	0,26 (0,14 - 0,39)	0,16 (0,07 - 0,34)	0,01	0,09	0,21	0,40	0,59	0,64	9,70
	Murcia	15	0,47 (0,00 - 0,94)	0,18 (0,09 - 0,40)	<LC	0,13	0,19	0,27	0,76	4,45	13,3
	Islas Canarias	7	1,32 (0,14 - 2,50)	0,66 (0,13 - 3,49)	0,15	0,26	0,53	3,13	3,13	3,13	0,00

Tabla 9.1.4. Media aritmética (MA) media geométrica (MG) y percentiles seleccionados de la concentración de 1-hidroxipireno en orina ajustada a creatinina ($\mu\text{g/g creat.}$) para la población no fumadora. Porcentaje de muestras por debajo del límite de cuantificación (LC). LC=0,03 $\mu\text{g/L}$.

Variable	Grupo	N	MA	MG	P10	P25	P50	P75	P90	P95	<LC (%)
Total		595	0,15 (0,13 - 0,17)	0,08 (0,07 - 0,09)	<LC	0,04	0,09	0,18	0,28	0,42	16,8
Sexo	Hombre	332	0,13 (0,11 - 0,16)	0,08 (0,07 - 0,09)	<LC	0,04	0,09	0,16	0,27	0,37	16,0
	Mujer	263	0,17 (0,13 - 0,21)	0,09 (0,07 - 0,11)	<LC	0,05	0,09	0,19	0,33	0,58	17,9
Edad	<30 años	105	0,14 (0,09 - 0,18)	0,08 (0,07 - 0,09)	<LC	0,04	0,08	0,15	0,24	0,34	13,3
	30-39 años	246	0,16 (0,12 - 0,19)	0,09 (0,07 - 0,10)	<LC	0,05	0,09	0,18	0,31	0,42	16,3
	40-49 años	161	0,15 (0,13 - 0,17)	0,09 (0,07 - 0,10)	<LC	0,04	0,10	0,21	0,34	0,42	18,6
	>49 años	80	0,12 (0,09 - 0,16)	0,08 (0,06 - 0,10)	<LC	0,04	0,09	0,13	0,21	0,37	20,0
Área	Galicia	51	0,23 (0,08 - 0,39)	0,13 (0,07 - 0,23)	0,04	0,06	0,13	0,20	0,47	0,99	5,90
	Asturias-Cantabria	31	0,27 (0,14 - 0,40)	0,10 (0,08 - 0,12)	<LC	0,05	0,09	0,18	0,31	2,70	19,4
	País Vasco	71	0,18 (0,07 - 0,30)	0,11 (0,09 - 0,13)	<LC	0,06	0,12	0,18	0,28	0,38	15,5
	Navarra-La Rioja-Aragón	42	0,12 (0,10 - 0,15)	0,09 (0,08 - 0,10)	0,03	0,05	0,10	0,16	0,22	0,26	9,50
	Cataluña	78	0,10 (0,08 - 0,12)	0,06 (0,05 - 0,07)	<LC	0,03	0,07	0,12	0,23	0,29	19,2
	Castilla y León	42	0,25 (0,24 - 0,27)	0,14 (0,09 - 0,20)	<LC	0,07	0,17	0,28	0,68	0,73	11,9
	Madrid	50	0,13 (0,10 - 0,16)	0,09 (0,06 - 0,12)	<LC	0,04	0,09	0,18	0,27	0,34	18,0
	Cast.-Man.-Extremadura	45	0,16 (0,14 - 0,18)	0,10 (0,08 - 0,13)	<LC	0,04	0,12	0,19	0,29	0,42	13,3
	C. Valenciana-Baleares	75	0,15 (0,13 - 0,16)	0,08 (0,07 - 0,10)	<LC	<LC	0,10	0,19	0,33	0,41	26,7
	Andalucía-Ceuta	61	0,13 (0,07 - 0,19)	0,08 (0,06 - 0,12)	<LC	0,05	0,09	0,16	0,24	0,33	16,4
	Murcia	29	0,10 (0,10 - 0,10)	0,06 (0,05 - 0,06)	<LC	0,03	0,05	0,15	0,34	0,34	20,7
	Islas Canarias	20	0,09 (0,07 - 0,10)	0,05 (0,04 - 0,06)	<LC	0,02	0,04	0,11	0,17	0,22	25,0

Tabla 9.1.5. Media aritmética (MA) media geométrica (MG) y percentiles seleccionados de la concentración de 4-hidroxifenantreno en orina ($\mu\text{g/L}$) para la población estudiada. Porcentaje de muestras por debajo del límite de cuantificación (LC). LC= 0,05 $\mu\text{g/L}$.

Variable	Grupo	N	MA	MG	P10	P25	P50	P75	P90	P95	<LC (%)
Total		959	0,28 (0,23 - 0,34)	0,10 (0,08 - 0,12)	<LC	<LC	<LC	0,34	0,94	1,31	59,4
Sexo	Hombre	522	0,28 (0,23 - 0,34)	0,10 (0,09 - 0,13)	<LC	<LC	<LC	0,37	0,94	1,27	55,6
	Mujer	437	0,29 (0,16 - 0,41)	0,09 (0,07 - 0,12)	<LC	<LC	<LC	0,30	0,94	1,32	64,1
Edad	<30 años	181	0,22 (0,16 - 0,29)	0,09 (0,07 - 0,11)	<LC	<LC	<LC	0,26	0,78	0,95	57,5
	30-39 años	413	0,28 (0,22 - 0,33)	0,10 (0,08 - 0,12)	<LC	<LC	<LC	0,35	0,99	1,32	60,8
	40-49 años	249	0,37 (0,20 - 0,54)	0,12 (0,09 - 0,17)	<LC	<LC	<LC	0,53	1,16	1,50	57,0
	>49 años	109	0,21 (0,11 - 0,31)	0,08 (0,06 - 0,11)	<LC	<LC	<LC	0,18	0,58	1,17	64,2
Área	Galicia	88	0,31 (0,24 - 0,39)	0,10 (0,06 - 0,16)	<LC	<LC	<LC	0,31	1,15	1,55	56,8
	Asturias-Cantabria	52	0,38 (0,26 - 0,50)	0,18 (0,14 - 0,24)	<LC	<LC	0,21	0,36	1,26	1,38	32,7
	País Vasco	98	0,20 (0,17 - 0,23)	0,08 (0,07 - 0,09)	<LC	<LC	<LC	0,19	0,74	0,98	68,4
	Navarra-La Rioja-Aragón	63	0,28 (0,25 - 0,32)	0,12 (0,10 - 0,14)	<LC	<LC	0,09	0,35	0,78	1,06	49,2
	Cataluña	136	0,29 (0,24 - 0,33)	0,10 (0,09 - 0,12)	<LC	<LC	<LC	0,37	0,95	1,20	61,0
	Castilla y León	65	0,16 (-0,01 - 0,33)	0,07 (0,03 - 0,18)	<LC	<LC	<LC	0,10	0,58	0,99	70,8
	Madrid	98	0,26 (0,18 - 0,34)	0,10 (0,07 - 0,15)	<LC	<LC	<LC	0,40	0,74	1,03	57,1
	Cast.-Man.-Extremadura	78	0,41 (0,32 - 0,50)	0,18 (0,15 - 0,21)	<LC	<LC	0,25	0,68	1,01	1,58	39,7
	C. Valenciana-Baleares	116	0,16 (0,03 - 0,30)	0,06 (0,04 - 0,08)	<LC	<LC	<LC	<LC	0,42	1,04	81,0
	Andalucía-Ceuta	94	0,29 (0,17 - 0,41)	0,10 (0,06 - 0,16)	<LC	<LC	<LC	0,43	0,99	1,32	55,3
	Murcia	44	0,35 (0,15 - 0,55)	0,13 (0,10 - 0,16)	<LC	<LC	<LC	0,59	0,86	1,03	54,5
	Islas Canarias	27	0,69 (0,10 - 1,27)	0,13 (0,07 - 0,25)	<LC	<LC	<LC	1,16	3,42	3,42	70,4

Tabla 9.1.6. Media aritmética (MA) media geométrica (MG) y percentiles seleccionados de la concentración de 4-hidroxifenantreno en orina ajustada a creatinina ($\mu\text{g/g creat.}$) para la población estudiada. Porcentaje de muestras por debajo del límite de cuantificación (LC). LC= 0,05 $\mu\text{g/L}$.

Variable	Grupo	N	MA	MG	P10	P25	P50	P75	P90	P95	<LC (%)
Total		959	0,23 (0,14 - 0,33)	0,07 (0,06 - 0,08)	<LC	<LC	<LC	0,23	0,64	0,88	59,4
Sexo	Hombre	522	0,19 (0,15 - 0,22)	0,06 (0,05 - 0,08)	<LC	<LC	<LC	0,22	0,56	0,82	55,6
	Mujer	437	0,30 (0,01 - 0,58)	0,08 (0,06 - 0,10)	<LC	<LC	<LC	0,24	0,78	1,04	64,1
Edad	<30 años	181	0,16 (0,11 - 0,20)	0,06 (0,05 - 0,07)	<LC	<LC	<LC	0,16	0,53	0,72	57,5
	30-39 años	413	0,18 (0,15 - 0,22)	0,06 (0,05 - 0,08)	<LC	<LC	<LC	0,21	0,64	0,83	60,8
	40-49 años	249	0,41 (0,05 - 0,76)	0,09 (0,07 - 0,13)	<LC	<LC	<LC	0,34	0,81	1,16	57,0
	>49 años	109	0,18 (0,10 - 0,26)	0,06 (0,05 - 0,09)	<LC	<LC	<LC	0,16	0,47	0,96	64,2
Área	Galicia	88	0,21 (0,13 - 0,28)	0,07 (0,04 - 0,14)	<LC	<LC	<LC	0,27	0,74	0,95	56,8
	Asturias-Cantabria	52	0,28 (0,26 - 0,29)	0,13 (0,10 - 0,17)	<LC	<LC	0,15	0,33	0,71	0,95	32,7
	País Vasco	98	0,14 (0,10 - 0,17)	0,06 (0,05 - 0,08)	<LC	<LC	<LC	0,10	0,48	0,60	68,4
	Navarra-La Rioja-Aragón	63	0,18 (0,14 - 0,23)	0,08 (0,07 - 0,09)	<LC	<LC	0,06	0,23	0,50	0,73	49,2
	Cataluña	136	0,20 (0,18 - 0,23)	0,07 (0,06 - 0,08)	<LC	<LC	<LC	0,27	0,69	0,98	61,0
	Castilla y León	65	0,11 (0,02 - 0,20)	0,04 (0,02 - 0,11)	<LC	<LC	<LC	0,06	0,30	0,60	70,8
	Madrid	98	0,18 (0,12 - 0,24)	0,07 (0,05 - 0,11)	<LC	<LC	<LC	0,24	0,48	0,83	57,1
	Cast.-Man.-Extremadura	78	0,29 (0,20 - 0,38)	0,12 (0,09 - 0,16)	<LC	<LC	0,11	0,51	0,78	0,97	39,7
	C. Valenciana-Baleares	116	0,12 (0,02 - 0,22)	0,04 (0,03 - 0,06)	<LC	<LC	<LC	<LC	0,23	0,75	81,0
	Andalucía-Ceuta	94	0,22 (0,15 - 0,28)	0,07 (0,05 - 0,10)	<LC	<LC	<LC	0,21	0,69	1,09	55,3
	Murcia	44	0,30 (0,14 - 0,45)	0,10 (0,08 - 0,12)	<LC	<LC	<LC	0,41	0,88	1,52	54,5
	Islas Canarias	27	1,41 (-0,02 - 2,83)	0,13 (0,04 - 0,37)	<LC	<LC	<LC	0,81	10,05	10,05	70,4

Tabla 9.1.7. Media aritmética (MA) media geométrica (MG) y percentiles seleccionados de la concentración de 4-hidroxifenantreno en orina ajustada a creatinina ($\mu\text{g/g creat.}$) para la población fumadora. Porcentaje de muestras por debajo del límite de cuantificación (LC). LC= 0,05 $\mu\text{g/L}$.

Variable	Grupo	N	MA	MG	P10	P25	P50	P75	P90	P95	<LC (%)
Total		356	0,50 (0,26 - 0,75)	0,18 (0,13 - 0,25)	<LC	<LC	0,27	0,62	0,98	1,31	33,7
Sexo	Hombre	184	0,39 (0,31 - 0,47)	0,16 (0,12 - 0,23)	<LC	<LC	0,27	0,57	0,92	1,33	32,1
	Mujer	172	0,62 (-0,03 - 1,27)	0,20 (0,13 - 0,32)	<LC	<LC	0,33	0,73	1,09	1,30	35,5
Edad	<30 años	75	0,29 (0,18 - 0,40)	0,12 (0,07 - 0,20)	<LC	<LC	0,15	0,48	0,73	0,98	40,0
	30-39 años	165	0,37 (0,30 - 0,44)	0,16 (0,12 - 0,22)	<LC	<LC	0,27	0,61	0,83	1,18	35,8
	40-49 años	86	0,91 (0,08 - 1,74)	0,30 (0,17 - 0,52)	<LC	0,17	0,40	0,81	1,29	2,49	24,4
	>49 años	28	0,48 (0,16 - 0,80)	0,18 (0,06 - 0,57)	<LC	<LC	0,39	0,75	1,50	1,58	32,1
Área	Galicia	36	0,38 (0,36 - 0,40)	0,17 (0,13 - 0,22)	<LC	<LC	0,20	0,62	0,97	1,22	36,1
	Asturias-Cantabria	20	0,50 (0,41 - 0,58)	0,28 (0,26 - 0,32)	<LC	0,16	0,33	0,71	1,58	1,71	15,0
	País Vasco	27	0,30 (0,17 - 0,44)	0,15 (0,07 - 0,31)	<LC	<LC	0,37	0,57	0,60	0,67	40,7
	Navarra-La Rioja-Aragón	17	0,36 (0,29 - 0,43)	0,19 (0,17 - 0,23)	<LC	0,17	0,23	0,45	0,74	0,74	23,5
	Cataluña	58	0,40 (0,37 - 0,42)	0,19 (0,15 - 0,24)	<LC	<LC	0,27	0,59	0,98	1,30	31,0
	Castilla y León	23	0,20 (0,03 - 0,38)	0,06 (0,02 - 0,21)	<LC	<LC	<LC	0,30	0,82	0,84	60,9
	Madrid	48	0,31 (0,19 - 0,43)	0,15 (0,06 - 0,35)	<LC	<LC	0,24	0,43	0,83	1,07	33,3
	Cast.-Man.-Extremadura	33	0,51 (0,43 - 0,59)	0,33 (0,31 - 0,36)	<LC	0,27	0,51	0,73	0,97	1,04	12,1
	C. Valenciana-Baleares	41	0,26 (0,02 - 0,50)	0,06 (0,03 - 0,15)	<LC	<LC	<LC	0,23	0,82	1,20	63,4
	Andalucía-Ceuta	31	0,55 (0,34 - 0,76)	0,29 (0,14 - 0,60)	<LC	0,17	0,58	0,80	1,16	1,40	22,6
	Murcia	15	0,66 (0,34 - 0,98)	0,42 (0,30 - 0,58)	<LC	0,39	0,43	0,88	1,70	1,70	13,3
	Islas Canarias	7	3,85 (0,08 - 7,61)	1,11 (0,08 - 15,46)	<LC	<LC	0,81	10,05	10,05	10,05	28,6

Tabla 9.1.8. Percentiles seleccionados de la concentración de 4-hidroxifenantreno en orina ajustada a creatinina ($\mu\text{g/g creat.}$) para la población no fumadora. Porcentaje de muestras por debajo del límite de cuantificación (LC). LC= 0,05 $\mu\text{g/L}$.

Variable	Grupo	N	MA	MG	P10	P25	P50	P75	P90	P95	<LC (%)
Total		595	-	-	<LC	<LC	<LC	<LC	0,13	0,23	75,1
Sexo	Hombre	332	-	-	<LC	<LC	<LC	0,06	0,16	0,31	68,7
	Mujer	263	-	-	<LC	<LC	<LC	<LC	0,08	0,18	83,3
Edad	<30 años	105	-	-	<LC	<LC	<LC	0,05	0,15	0,23	70,5
	30-39 años	246	-	-	<LC	<LC	<LC	<LC	0,11	0,21	77,2
	40-49 años	161	-	-	<LC	<LC	<LC	<LC	0,12	0,30	75,2
	>49 años	80	-	-	<LC	<LC	<LC	<LC	0,12	0,19	76,2
Área	Galicia	51	-	-	<LC	<LC	<LC	0,08	0,27	0,35	70,6
	Asturias-Cantabria	31	-	-	<LC	<LC	0,08	0,14	0,18	0,23	45,2
	País Vasco	71	-	-	<LC	<LC	<LC	<LC	0,13	0,28	78,9
	Navarra-La Rioja-Aragón	42	-	-	<LC	<LC	<LC	0,10	0,23	0,50	59,5
	Cataluña	78	-	-	<LC	<LC	<LC	<LC	0,08	0,12	83,3
	Castilla y León	42	-	-	<LC	<LC	<LC	<LC	0,15	0,20	76,2
	Madrid	50	-	-	<LC	<LC	<LC	<LC	0,08	0,13	80,0
	Cast.-Man.-Extremadura	45	-	-	<LC	<LC	<LC	0,09	0,29	0,47	60,0
	C. Valenciana-Baleares	75	-	-	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	0,17	90,7
	Andalucía-Ceuta	61	-	-	<LC	<LC	<LC	0,05	0,16	0,21	73,8
	Murcia	29	-	-	<LC	<LC	<LC	<LC	0,24	0,56	75,9
	Islas Canarias	20	-	-	<LC	<LC	<LC	<LC	0,08	0,11	85,0

Tabla 9.1.9. Media aritmética (MA) media geométrica (MG) y percentiles seleccionados de la concentración del sumatorio de hidroxifenantrenos en orina ($\mu\text{g/L}$) para la población estudiada. Porcentaje de muestras por debajo del límite de cuantificación (LC). LC= 0,05 $\mu\text{g/L}$.

Variable	Grupo	N	MA	MG	P10	P25	P50	P75	P90	P95	<LC (%)
Total		959	0,50 (0,44 - 0,56)	0,19 (0,16 - 0,22)	<LC	<LC	0,21	0,76	1,36	1,72	36,3
Sexo	Hombre	522	0,54 (0,47 - 0,61)	0,21 (0,18 - 0,25)	<LC	<LC	0,24	0,84	1,45	1,73	32,0
	Mujer	437	0,45 (0,33 - 0,56)	0,16 (0,13 - 0,20)	<LC	<LC	0,16	0,64	1,22	1,56	41,4
Edad	<30 años	181	0,47 (0,39 - 0,55)	0,19 (0,15 - 0,23)	<LC	<LC	0,22	0,74	1,23	1,60	33,1
	30-39 años	413	0,48 (0,41 - 0,55)	0,19 (0,15 - 0,23)	<LC	<LC	0,18	0,73	1,32	1,63	37,3
	40-49 años	249	0,53 (0,36 - 0,70)	0,19 (0,14 - 0,26)	<LC	<LC	0,22	0,83	1,49	1,73	37,3
	>49 años	109	0,51 (0,32 - 0,69)	0,18 (0,12 - 0,28)	<LC	<LC	0,23	0,71	1,36	1,73	37,6
Área	Galicia	88	0,55 (0,53 - 0,58)	0,24 (0,20 - 0,30)	<LC	<LC	0,32	0,99	1,40	1,72	28,4
	Asturias-Cantabria	52	0,83 (0,72 - 0,95)	0,44 (0,42 - 0,46)	<LC	0,28	0,53	1,26	1,82	3,31	19,2
	País Vasco	98	0,47 (0,39 - 0,55)	0,20 (0,18 - 0,23)	<LC	<LC	0,25	0,72	1,15	1,52	34,7
	Navarra-La Rioja-Aragón	63	0,56 (0,42 - 0,69)	0,25 (0,16 - 0,38)	<LC	<LC	0,35	0,97	1,46	1,60	27,0
	Cataluña	136	0,48 (0,37 - 0,59)	0,19 (0,15 - 0,25)	<LC	<LC	0,22	0,63	1,39	1,78	41,2
	Castilla y León	65	0,61 (0,37 - 0,85)	0,22 (0,11 - 0,47)	<LC	<LC	0,25	1,05	1,51	2,21	35,4
	Madrid	98	0,39 (0,31 - 0,48)	0,17 (0,12 - 0,24)	<LC	<LC	0,23	0,65	1,06	1,22	37,8
	Cast.-Man.-Extremadura	78	0,60 (0,54 - 0,66)	0,28 (0,24 - 0,32)	<LC	<LC	0,44	0,91	1,40	1,73	26,9
	C. Valenciana-Baleares	116	0,30 (0,11 - 0,50)	0,09 (0,07 - 0,11)	<LC	<LC	<LC	0,25	0,96	1,58	62,1
	Andalucía-Ceuta	94	0,50 (0,33 - 0,68)	0,19 (0,12 - 0,32)	<LC	<LC	0,19	0,80	1,44	1,73	34,0
	Murcia	44	0,61 (0,41 - 0,80)	0,28 (0,22 - 0,35)	<LC	0,06	0,44	0,84	1,48	2,24	25,0
	Islas Canarias	27	0,78 (0,31 - 1,25)	0,21 (0,20 - 0,23)	<LC	<LC	0,20	1,16	3,42	3,42	37,0

Tabla 9.1.10. Media aritmética (MA) media geométrica (MG) y percentiles seleccionados de la concentración del sumatorio de hidroxifenantrenos en orina ajustada a creatinina ($\mu\text{g/g creat.}$) para la población estudiada. Porcentaje de muestras por debajo del límite de cuantificación (LC). LC= 0,05 $\mu\text{g/L}$.

Variable	Grupo	N	MA	MG	P10	P25	P50	P75	P90	P95	<LC (%)
Total		959	0,38 (0,28 - 0,47)	0,14 (0,12 - 0,16)	<LC	<LC	0,15	0,48	0,89	1,30	36,3
Sexo	Hombre	522	0,34 (0,30 - 0,38)	0,13 (0,11 - 0,16)	<LC	<LC	0,17	0,50	0,87	1,33	32,0
	Mujer	437	0,42 (0,15 - 0,70)	0,14 (0,11 - 0,17)	<LC	<LC	0,12	0,48	0,97	1,24	41,4
Edad	<30 años	181	0,32 (0,26 - 0,37)	0,13 (0,10 - 0,15)	<LC	<LC	0,15	0,47	0,83	1,22	33,1
	30-39 años	413	0,32 (0,28 - 0,37)	0,13 (0,10 - 0,16)	<LC	<LC	0,13	0,45	0,83	1,29	37,3
	40-49 años	249	0,51 (0,16 - 0,86)	0,15 (0,11 - 0,20)	<LC	<LC	0,16	0,53	0,99	1,29	37,3
	>49 años	109	0,37 (0,28 - 0,47)	0,15 (0,11 - 0,21)	<LC	<LC	0,21	0,54	0,96	1,50	37,6
Área	Galicia	88	0,39 (0,30 - 0,48)	0,17 (0,11 - 0,26)	<LC	<LC	0,20	0,68	0,97	1,22	28,4
	Asturias-Cantabria	52	0,56 (0,40 - 0,73)	0,31 (0,30 - 0,32)	<LC	0,15	0,37	0,74	1,50	1,71	19,2
	País Vasco	98	0,31 (0,25 - 0,38)	0,16 (0,12 - 0,20)	<LC	<LC	0,18	0,50	0,67	1,07	34,7
	Navarra-La Rioja-Aragón	63	0,35 (0,25 - 0,44)	0,16 (0,11 - 0,25)	<LC	<LC	0,25	0,58	0,74	0,84	27,0
	Cataluña	136	0,33 (0,27 - 0,38)	0,13 (0,10 - 0,16)	<LC	<LC	0,18	0,48	0,86	1,30	41,2
	Castilla y León	65	0,45 (0,40 - 0,51)	0,15 (0,08 - 0,28)	<LC	<LC	0,18	0,60	1,05	1,40	35,4
	Madrid	98	0,26 (0,21 - 0,31)	0,12 (0,09 - 0,17)	<LC	<LC	0,18	0,40	0,58	0,88	37,8
	Cast.-Man.-Extremadura	78	0,43 (0,41 - 0,46)	0,19 (0,19 - 0,20)	<LC	<LC	0,31	0,65	0,97	1,44	26,9
	C. Valenciana-Baleares	116	0,19 (0,07 - 0,30)	0,06 (0,05 - 0,08)	<LC	<LC	<LC	0,20	0,60	0,97	62,1
	Andalucía-Ceuta	94	0,36 (0,27 - 0,45)	0,14 (0,09 - 0,21)	<LC	<LC	0,10	0,56	1,09	1,40	34,0
	Murcia	44	0,50 (0,34 - 0,67)	0,21 (0,18 - 0,24)	<LC	0,06	0,30	0,67	1,50	1,76	25,0
	Islas Canarias	27	1,49 (0,13 - 2,85)	0,21 (0,12 - 0,34)	<LC	<LC	0,11	0,81	10,0	10,0	37,0

Tabla 9.1.11. Media aritmética (MA) media geométrica (MG) y percentiles seleccionados de la concentración del sumatorio de hidroxifenantrenos en orina ajustada a creatinina ($\mu\text{g/g creat.}$) para la población fumadora. Porcentaje de muestras por debajo del límite de cuantificación (LC). LC= 0,05 $\mu\text{g/L}$.

Variable	Grupo	N	MA	MG	P10	P25	P50	P75	P90	P95	<LC (%)
Total		356	0,61 (0,37 - 0,85)	0,25 (0,20 - 0,32)	<LC	<LC	0,43	0,80	1,18	1,42	25,3
Sexo	Hombre	184	0,48 (0,41 - 0,56)	0,22 (0,17 - 0,30)	<LC	0,05	0,39	0,74	1,02	1,52	24,5
	Mujer	172	0,74 (0,10 - 1,38)	0,28 (0,18 - 0,44)	<LC	<LC	0,46	0,83	1,18	1,36	26,2
Edad	<30 años	75	0,41 (0,28 - 0,55)	0,16 (0,09 - 0,29)	<LC	<LC	0,30	0,60	1,04	1,30	33,3
	30-39 años	165	0,47 (0,40 - 0,55)	0,23 (0,17 - 0,31)	<LC	<LC	0,42	0,74	0,97	1,36	26,7
	40-49 años	86	0,99 (0,17 - 1,81)	0,36 (0,21 - 0,60)	<LC	0,19	0,51	0,89	1,31	2,49	19,8
	>49 años	28	0,65 (0,37 - 0,94)	0,39 (0,20 - 0,78)	<LC	0,25	0,57	0,88	1,52	1,58	14,3
Área	Galicia	36	0,48 (0,35 - 0,60)	0,25 (0,17 - 0,37)	<LC	0,12	0,38	0,76	0,97	1,22	22,2
	Asturias-Cantabria	20	0,64 (0,39 - 0,90)	0,40 (0,29 - 0,53)	<LC	0,32	0,70	0,91	1,58	1,71	15,0
	País Vasco	27	0,47 (0,16 - 0,77)	0,23 (0,07 - 0,70)	<LC	<LC	0,46	0,61	0,86	1,16	25,9
	Navarra-La Rioja-Aragón	17	0,52 (0,38 - 0,66)	0,37 (0,25 - 0,56)	0,09	0,30	0,43	0,74	0,84	0,84	5,90
	Cataluña	58	0,48 (0,38 - 0,57)	0,23 (0,15 - 0,35)	<LC	<LC	0,40	0,76	1,18	1,33	27,6
	Castilla y León	23	0,37 (0,27 - 0,48)	0,15 (0,08 - 0,28)	<LC	<LC	0,29	0,66	0,84	1,04	39,1
	Madrid	48	0,41 (0,32 - 0,50)	0,24 (0,15 - 0,39)	<LC	0,20	0,34	0,55	0,88	1,07	20,8
	Cast.-Man.-Extremadura	33	0,64 (0,59 - 0,69)	0,39 (0,34 - 0,44)	<LC	0,35	0,56	0,88	1,04	1,51	12,1
	C. Valenciana-Baleares	41	0,31 (0,07 - 0,56)	0,08 (0,04 - 0,17)	<LC	<LC	<LC	0,43	0,97	1,20	56,1
	Andalucía-Ceuta	31	0,66 (0,43 - 0,88)	0,34 (0,16 - 0,74)	<LC	0,17	0,61	1,09	1,40	1,55	22,6
	Murcia	15	0,93 (0,47 - 1,40)	0,62 (0,45 - 0,84)	0,10	0,43	0,67	1,36	2,21	2,92	6,70
	Islas Canarias	7	3,89 (0,26 - 7,52)	1,36 (0,18 - 10,20)	<LC	0,81	0,81	10,0	10,0	10,0	14,3

Tabla 9.1.12. Media aritmética (MA) media geométrica (MG) y percentiles seleccionados de la concentración del sumatorio de hidroxifenantrenos en orina ajustada a creatinina ($\mu\text{g/g creat.}$) para la población no fumadora. Porcentaje de muestras por debajo del límite de cuantificación (LC). LC= 0,05 $\mu\text{g/L}$.

Variable	Grupo	N	MA	MG	P10	P25	P50	P75	P90	P95	<LC (%)
Total		595	0,23 (0,19 - 0,27)	0,09 (0,08 - 0,10)	<LC	<LC	0,07	0,25	0,57	1,00	43,2
Sexo	Hombre	332	0,26 (0,22 - 0,30)	0,10 (0,08 - 0,12)	<LC	<LC	0,10	0,32	0,71	1,09	36,4
	Mujer	263	0,18 (0,12 - 0,25)	0,08 (0,06 - 0,10)	<LC	<LC	<LC	0,21	0,38	0,59	51,7
Edad	<30 años	105	0,25 (0,17 - 0,32)	0,10 (0,08 - 0,13)	<LC	<LC	0,13	0,31	0,51	0,80	33,3
	30-39 años	246	0,23 (0,16 - 0,30)	0,09 (0,07 - 0,11)	<LC	<LC	0,08	0,24	0,49	1,16	44,3
	40-49 años	161	0,19 (0,13 - 0,25)	0,08 (0,06 - 0,10)	<LC	<LC	0,05	0,21	0,53	0,74	47,2
	>49 años	80	0,26 (0,17 - 0,35)	0,10 (0,06 - 0,16)	<LC	<LC	0,06	0,29	0,81	1,09	46,2
Área	Galicia	51	0,34 (0,11 - 0,57)	0,14 (0,06 - 0,32)	<LC	<LC	0,14	0,46	0,86	1,22	31,4
	Asturias-Cantabria	31	0,50 (0,37 - 0,63)	0,25 (0,24 - 0,25)	<LC	0,12	0,25	0,38	1,05	3,15	22,6
	País Vasco	71	0,25 (0,20 - 0,30)	0,13 (0,11 - 0,16)	<LC	<LC	0,15	0,33	0,59	0,62	38,0
	Navarra-La Rioja-Aragón	42	0,26 (0,16 - 0,35)	0,11 (0,07 - 0,16)	<LC	<LC	0,08	0,41	0,74	0,80	38,1
	Cataluña	78	0,20 (0,12 - 0,28)	0,08 (0,06 - 0,11)	<LC	<LC	<LC	0,23	0,51	1,10	51,3
	Castilla y León	42	0,49 (0,47 - 0,52)	0,15 (0,08 - 0,28)	<LC	<LC	0,16	0,57	1,40	1,44	33,3
	Madrid	50	0,12 (0,08 - 0,17)	0,07 (0,04 - 0,10)	<LC	<LC	<LC	0,18	0,38	0,39	54,0
	Cast.-Man.-Extremadura	45	0,26 (0,14 - 0,37)	0,10 (0,08 - 0,14)	<LC	<LC	0,09	0,31	0,74	1,37	37,8
	C. Valenciana-Baleares	75	0,12 (0,09 - 0,15)	0,06 (0,05 - 0,06)	<LC	<LC	<LC	0,11	0,24	0,39	65,3
	Andalucía-Ceuta	61	0,22 (0,13 - 0,31)	0,09 (0,07 - 0,12)	<LC	<LC	0,08	0,24	0,65	1,09	41,0
Murcia	29	0,24 (0,08 - 0,41)	0,11 (0,08 - 0,15)	<LC	<LC	0,10	0,30	0,72	1,02	34,5	
Islas Canarias	20	0,15 (0,10 - 0,20)	0,07 (0,05 - 0,12)	<LC	<LC	0,04	0,16	0,69	0,77	45,0	

Tabla 9.1.13. Comparativa con valores descritos en otros países

HOMBRES		BIOAMBIENT.ES		ALEMANIA ^{1,2}		CANADÁ ³		COREA DEL SUR ⁴		EEUU ⁵	
Compuesto (matriz)	Unidades	MG	P95	MG	P95	MG	P95	MG	P95	MG	P95
1-hidroxipireno (orina)	µg/L	0,17	0,96	0,13	0,73	0,12	0,59	0,18	0,68	0,12	0,76
	µg/g creatinina	0,1	0,62	0,11	0,48	0,11	0,45	-	-	0,11	0,51

MUJERES		BIOAMBIENT.ES		ALEMANIA ^{1,2}		CANADÁ ³		COREA DEL SUR ⁴		EEUU ⁵	
Compuesto (matriz)	Unidades	MG	P95	MG	P95	MG	P95	MG	P95	MG	P95
1-hidroxipireno (orina)	µg/L	0,16	1,06	0,13	0,73	0,1	0,48	0,13	0,53	0,1	0,54
	µg/g creatinina	0,14	0,76	0,11	0,48	0,11	0,39	-	-	0,14	0,59

¹ Becker *et al.*, 2002; ² Becker *et al.*, 2003; ³ Health Canada, 2013; ⁴ Choi *et al.*, 2017; ⁵ CDC, 2021.

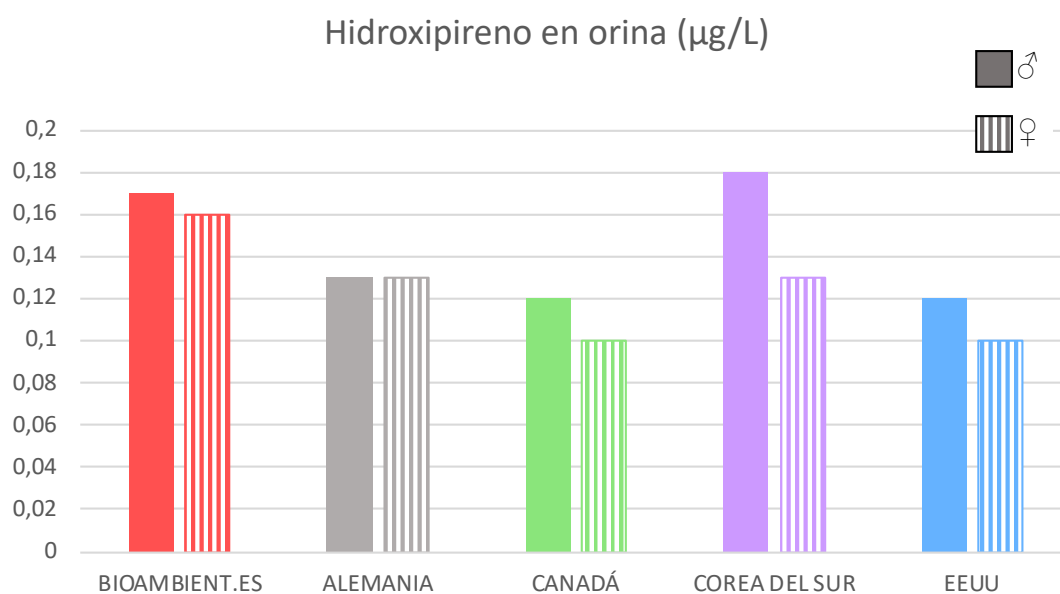


Figura 9.1.4. Gráfica comparativa de las medias geométricas (MG) obtenidas en BIOAMBIENT.ES con las descritas en otros países. Los hombres están representados en colores sólidos y las mujeres con trama de rayas.

9.2. Metabolitos de Ftalatos y de Hexamoll® DINCH

La estructura de los ftalatos consiste en un anillo de benceno y dos grupos funcionales éster enlazados por dos carbonos consecutivos al anillo aromático. Las cadenas de hidrocarburos, R y R', de los grupos éster pueden ser lineales o ramificadas.

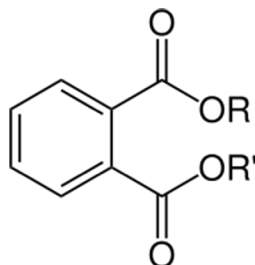


Figura 9.2.1. Estructura química general de los ftalatos. R y R' = C_nH_{2n+1}; n = 4-15

Los ftalatos se emplean principalmente como plastificantes, se añaden como aditivos de polímeros como el cloruro de polivinilo (PVC) para conferirles una mayor flexibilidad y durabilidad (E & H Canada, 2015). También se emplean como: disolventes en productos de limpieza y en cosméticos y productos de cuidado personal, en textiles, en materiales de construcción, juguetes y materiales de uso médico.

El Hexamoll® DINCH está constituido por una mezcla compleja de isómeros de cadena de dialquilo de nueve carbonos lineales y ramificados del ácido 1,2-ciclohexano dicarboxílico. Este plastificante, que se introdujo en el mercado en el año 2002 como alternativa a los ftalatos más tóxicos, se emplea especialmente en materiales de PVC, en estrecho contacto con el ser humano, como materiales médicos, juguetes o plásticos en contacto con alimentos (CE 2019).

Por su elevada producción, presencia en productos de consumo y capacidad de migración desde el material al medio, los ftalatos y el Hexamoll® DINCH son ubicuos en el medio, detectándose en agua, suelos, aire, alimentos y polvo. En los estudios de BMH, por su rápida metabolización en el organismo y para evitar contaminaciones cruzadas, se utilizan como biomarcadores de exposición sus metabolitos en orina.

En BIOAMBIENT.ES, se han determinado 21 metabolitos correspondientes a 12 ftalatos parentales y 3 metabolitos procedentes del DINCH. Muchos de los metabolitos son comunes a diferentes ftalatos parentales y por ello se han seleccionado aquellos metabolitos más estables y que mejor identifican al compuesto parental.

La figura 9.2.2. presenta las fuentes de exposición, la matriz biológica en la que se han analizado los biomarcadores y los posibles efectos adversos sobre la salud.

En la figura 9.2.3. se representan gráficamente los resultados en función del sexo, edad y área geográfica para el sumatorio de los metabolitos de Hexamoll® DINCH y el sumatorio de metabolitos del DEHP.

En las tablas 9.2.1.-43, se presentan los resultados descriptivos de los metabolitos urinarios de ftalatos y Hexamoll® DINCH en una submuestra del estudio representativa de la población participante. Los resultados para cada metabolito se expresan tanto en µg/L de orina como ajustado por creatinina (µg/g de creat.). Los metabolitos MCHP, MnOP y MnPeP estuvieron por debajo del límite de cuantificación

para más del 99% de la población estudiada, por lo que no se han podido calcular los valores descriptivos poblacionales.

En la tabla 9.2.44. y figura 9.2.4. se presenta la comparativa de los valores para aquellos metabolitos de ftalatos analizados en BIOAMBIENT.ES para los que se han encontrado valores descritos en otros países, en años y población semejante.

La tabla 9.2.45. recoge los valores guía basados en efectos en la salud descritos en la literatura para estos compuestos. En la figura 9.2.4. se representa el porcentaje de participantes en BIOAMBIENT.ES con niveles de metabolitos de ftalatos y Hexamoll[®] DINCH por encima de los valores guía basados en salud HBM I, definidos por la Comisión Alemana de Biomonitorización Humana. No ha sido definido el valor guía HBM II para estos compuestos.

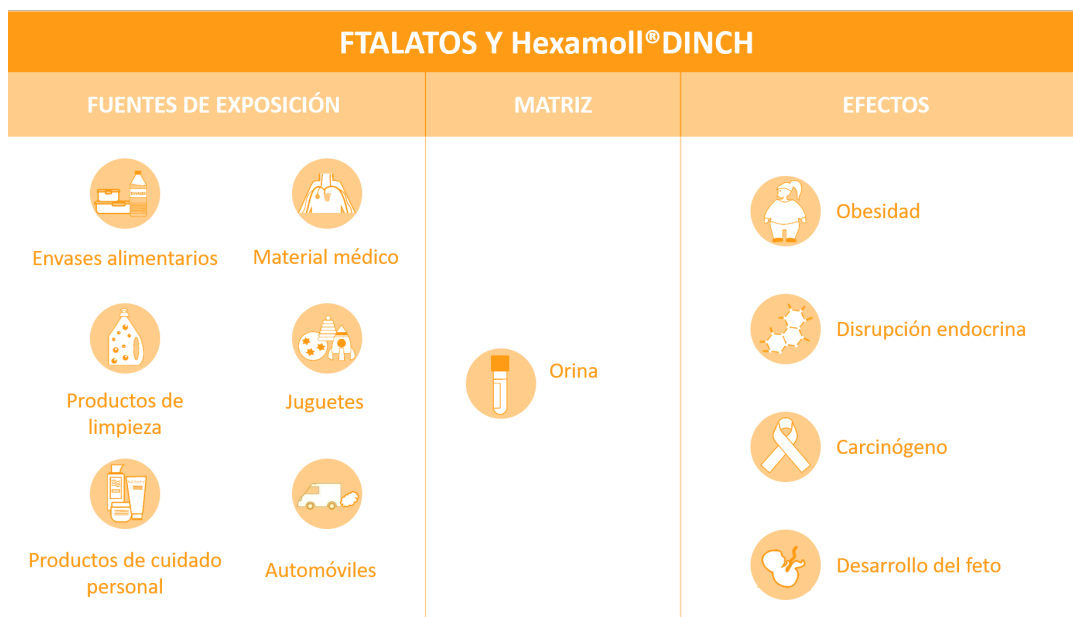
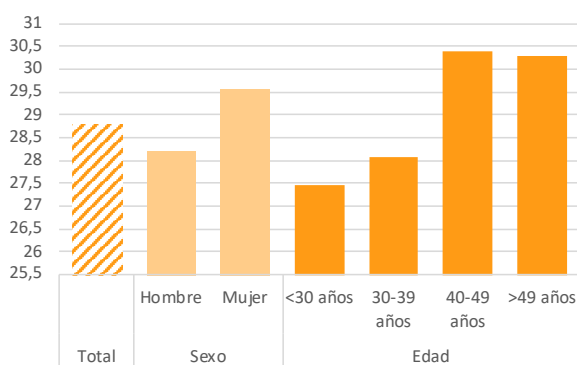


Figura 9.2.2. Infografía de los ftalatos y DINCH: fuentes de exposición, matriz biológica analizada y posibles efectos adversos sobre la salud.

Sumatorio de metabolitos DEHP (5 oxo- MEHP y 5 OH-MEHP) en orina ($\mu\text{g/g creat.}$)



Sumatorio de metabolitos DINCH en orina ($\mu\text{g/g creat.}$)

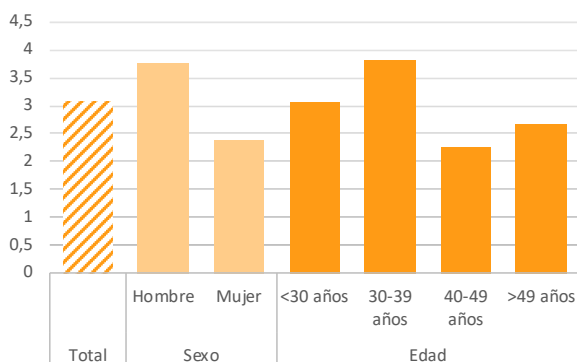


Figura 9.2.3. Resultados descriptivos en función del sexo, edad y área geográfica para el sumatorio de metabolitos del DINCH, el sumatorio de los metabolitos del DEHP.

Tabla 9.2.1. Media aritmética (MA) media geométrica (MG) y percentiles seleccionados de la concentración de MMP en orina para la población estudiada en µg/L. Porcentaje de muestras por debajo del límite de cuantificación (LC). LC= 1,00 µg/L.

Variable	Grupo	N	MA	MG	P10	P25	P50	P75	P90	P95	<LC (%)
Total		392	7,71 (4,34 - 11,08)	4,10 (3,51 - 4,80)	1,50	2,30	3,80	6,60	12,0	18,1	4,80
Sexo	Hombre	197	6,44 (5,14 - 7,75)	4,50 (3,88 - 5,21)	1,90	2,60	4,20	7,40	12,2	17,1	2,00
	Mujer	195	9,34 (2,12 - 16,57)	3,65 (2,86 - 4,66)	1,10	2,00	3,60	6,20	9,10	24,1	7,70
Edad	<30 años	71	7,45 (3,45 - 11,45)	4,44 (3,39 - 5,81)	2,00	2,90	4,40	6,60	10,8	16,1	2,80
	30-39 años	173	6,35 (4,74 - 7,96)	4,10 (3,40 - 4,94)	1,40	2,30	3,60	6,50	13,0	17,1	2,90
	40-49 años	96	11,6 (-0,31 - 23,6)	3,94 (2,75 - 5,63)	1,20	2,10	3,50	7,00	10,1	29,0	9,40
	>49 años	52	5,52 (4,14 - 6,89)	4,01 (3,10 - 5,19)	1,50	2,20	3,70	8,40	11,5	12,2	5,80
Área	Galicia	31	8,56 (4,13 - 13,00)	4,03 (3,69 - 4,39)	1,80	2,30	3,60	5,10	15,1	32,9	3,20
	Asturias-Cantabria	20	4,00 (3,56 - 4,43)	2,65 (2,43 - 2,88)	<LC	1,50	2,80	5,70	7,10	10,8	15,0
	País Vasco	40	5,70 (3,58 - 7,83)	4,00 (2,53 - 6,34)	1,30	2,30	3,70	6,10	12,8	19,9	5,00
	Navarra-La Rioja-Aragón	23	4,97 (2,63 - 7,31)	4,17 (2,75 - 6,34)	2,40	2,70	3,50	7,20	11,9	12,2	0,00
	Cataluña	67	7,94 (5,54 - 10,33)	4,82 (3,80 - 6,11)	1,20	2,80	4,60	8,90	21,0	36,5	6,00
	Castilla y León	18	3,70 (3,31 - 4,10)	3,32 (2,96 - 3,73)	1,80	2,60	3,40	4,50	5,30	8,40	0,00
	Madrid	28	15,51 (-0,71 - 31,72)	4,90 (2,16 - 11,08)	1,20	2,60	4,70	7,40	13,4	16,1	7,10
	Cast.-Man.-Extremadura	36	11,39 (2,89 - 19,90)	5,04 (4,24 - 5,98)	2,10	3,10	4,20	8,40	12,0	12,2	5,60
	C. Valenciana-Baleares	51	4,82 (4,43 - 5,21)	3,82 (3,56 - 4,09)	1,70	2,30	3,70	5,60	9,70	10,6	0,00
	Andalucía-Ceuta	37	5,47 (3,67 - 7,27)	3,74 (2,80 - 4,99)	1,80	2,20	3,20	6,20	11,5	17,1	5,40
	Murcia	27	7,28 (6,22 - 8,34)	4,04 (2,83 - 5,76)	2,00	2,20	3,00	6,90	18,6	21,6	3,70
	Islas Canarias	14	3,76 (1,93 - 5,59)	3,00 (1,64 - 5,47)	<LC	1,80	3,40	5,50	6,50	7,60	14,3

Tabla 9.2.2. Media aritmética (MA) media geométrica (MG) y percentiles seleccionados de la concentración de MMP en orina ajustada a creatinina ($\mu\text{g/g creat.}$) para la población estudiada. Porcentaje de muestras por debajo del límite de cuantificación (LC). LC= 1,00 $\mu\text{g/L}$.

Variable	Grupo	N	MA	MG	P10	P25	P50	P75	P90	P95	<LC (%)
Total		392	5,71 (2,46 - 8,96)	2,93 (2,61 - 3,28)	1,40	1,85	2,54	4,10	6,84	10,1	4,80
Sexo	Hombre	197	3,76 (2,98 - 4,54)	2,77 (2,52 - 3,03)	1,36	1,79	2,44	4,22	6,82	9,24	2,00
	Mujer	195	8,22 (0,76 - 15,68)	3,15 (2,56 - 3,87)	1,51	2,00	2,74	4,10	7,59	15,1	7,70
Edad	<30 años	71	4,58 (2,29 - 6,88)	2,89 (2,29 - 3,66)	1,31	2,02	2,82	4,04	6,42	8,65	2,80
	30-39 años	173	3,99 (2,95 - 5,03)	2,77 (2,46 - 3,12)	1,46	1,80	2,45	3,94	7,30	10,1	2,90
	40-49 años	96	10,7 (-1,90 - 23,2)	3,09 (2,26 - 4,22)	1,44	1,85	2,48	4,16	6,82	28,7	9,40
	>49 años	52	3,96 (3,22 - 4,71)	3,24 (2,71 - 3,88)	1,76	2,16	2,56	6,22	7,26	9,81	5,80
Área	Galicia	31	6,29 (1,74 - 10,84)	2,92 (2,63 - 3,23)	1,38	2,06	2,24	2,99	7,59	18,2	3,20
	Asturias-Cantabria	20	2,48 (2,28 - 2,69)	2,02 (1,77 - 2,31)	<LC	1,46	1,99	2,98	4,06	6,47	15,00
	País Vasco	40	4,60 (3,08 - 6,12)	3,33 (2,35 - 4,72)	1,10	2,14	3,20	5,07	10,2	12,1	5,00
	Navarra-La Rioja-Aragón	23	3,53 (2,01 - 5,05)	2,98 (1,99 - 4,47)	1,45	1,63	3,00	5,11	6,22	6,22	0,00
	Cataluña	67	4,47 (3,31 - 5,63)	3,32 (2,72 - 4,03)	1,76	2,02	2,60	5,06	10,1	17,9	6,00
	Castilla y León	18	2,42 (2,02 - 2,81)	2,21 (1,90 - 2,57)	1,18	1,81	2,21	2,73	3,77	4,91	0,00
	Madrid	28	13,73 (-1,92 - 29,38)	3,29 (1,85 - 5,86)	1,65	1,89	2,84	4,04	6,39	8,38	7,10
	Cast.-Man.-Extremadura	36	6,97 (2,16 - 11,78)	3,15 (2,55 - 3,90)	1,09	1,74	3,28	5,20	7,26	7,77	5,60
	C. Valenciana-Baleares	51	3,61 (3,07 - 4,14)	2,93 (2,65 - 3,24)	1,36	1,85	2,62	4,29	7,89	9,81	0,00
	Andalucía-Ceuta	37	3,99 (1,74 - 6,23)	2,66 (2,14 - 3,32)	1,31	1,59	2,37	3,88	6,84	9,24	5,40
	Murcia	27	4,96 (4,88 - 5,03)	2,73 (1,91 - 3,90)	1,15	1,37	2,32	4,06	12,7	12,9	3,70
	Islas Canarias	14	3,44 (2,40 - 4,49)	2,75 (2,47 - 3,06)	<LC	2,06	2,67	3,91	5,70	14,1	14,3

Tabla 9.2.3. Media aritmética (MA) media geométrica (MG) y percentiles seleccionados de la concentración de MEP en orina para la población estudiada en µg/L. Porcentaje de muestras por debajo del límite de cuantificación (LC). LC= 0,50 µg/L.

Variable	Grupo	N	MA	MG	P10	P25	P50	P75	P90	P95	<LC (%)
Total		392	681,2 (468,5 - 893,9)	273,9 (225,8 - 332,3)	60,3	115,0	274,0	510,0	1300,0	2450,0	0,00
Sexo	Hombre	197	704,4 (395,2 - 1013,7)	265,4 (213,8 - 329,3)	56,6	113,0	262,0	496,0	1380,0	2450,0	0,00
	Mujer	195	651,3 (350,8 - 951,8)	285,4 (215,7 - 377,5)	63,0	130,0	298,0	532,0	1230,0	2160,0	0,00
Edad	<30 años	71	518,2 (346,1 - 690,3)	271,1 (169,5 - 433,6)	48,8	106,0	336,0	565,0	1360,0	2160,0	0,00
	30-39 años	173	838,1 (439,1 - 1237,2)	301,3 (235,2 - 386,1)	69,3	119,0	284,0	499,0	1860,0	6240,0	0,00
	40-49 años	96	530,6 (161,6 - 899,6)	232,1 (178,7 - 301,4)	53,3	115,0	262,0	458,0	788,0	1140,0	0,00
	>49 años	52	654,5 (135,1 - 1173,9)	273,8 (163,7 - 458,0)	47,7	129,0	271,0	564,0	2450,0	2610,0	0,00
Área	Galicia	31	576,4 (277,9 - 874,9)	309,5 (200,9 - 476,8)	59,7	118,0	408,0	577,0	1390,0	2300,0	0,00
	Asturias-Cantabria	20	447,3 (186,5 - 708,2)	197,7 (149,4 - 261,5)	25,5	102,0	267,0	496,0	582,0	2960,0	0,00
	País Vasco	40	400,3 (220,2 - 580,5)	188,7 (146,8 - 242,5)	40,3	77,6	180,0	465,0	1270,0	1380,0	0,00
	Navarra-La Rioja-Aragón	23	518,4 (16,8 - 1020,0)	198,1 (100,2 - 391,7)	40,4	86,0	154,0	462,0	830,0	1140,0	0,00
	Cataluña	67	894,0 (114,2 - 1673,9)	236,22 (125,7 - 444,0)	48,8	93,2	164,0	458,0	1980,0	7630,0	0,00
	Castilla y León	18	307,8 (199,2 - 416,4)	198,1 (130,3 - 301,1)	69,3	106,0	163,0	414,0	664,0	1390,0	0,00
	Madrid	28	760,3 (50,0 - 1470,7)	321,5 (202,4 - 510,6)	81,3	163,0	272,0	478,0	1860,0	2160,0	0,00
	Cast.-Man.-Extremadura	36	1152,6 (-27,7 - 2333,0)	334,7 (171,4 - 653,7)	61,3	143,0	336,0	548,0	1540,0	2030,0	0,00
	C. Valenciana-Baleares	51	695,2 (229,9 - 1160,5)	337,7 (196,8 - 579,7)	83,0	162,0	371,0	542,0	1360,0	2450,0	0,00
	Andalucía-Ceuta	37	653,4 (202,4 - 1104,4)	352,5 (207,1 - 599,7)	70,2	177,0	374,0	638,0	1990,0	2610,0	0,00
	Murcia	27	701,8 (413,3 - 990,3)	299,7 (220,3 - 407,9)	53,2	142,0	396,0	800,0	1120,0	1200,0	0,00
	Islas Canarias	14	245,2 (161,3 - 329,1)	130,0 (114,1 - 148,2)	22,7	80,5	141,0	371,0	577,0	1300,0	0,00

Tabla 9.2.4. Media aritmética (MA) media geométrica (MG) y percentiles seleccionados de la concentración de MEP en orina ajustada a creatinina ($\mu\text{g/g creat.}$) para la población estudiada. Porcentaje de muestras por debajo del límite de cuantificación (LC). LC= 0,50 $\mu\text{g/L}$.

Variable	Grupo	N	MA	MG	P10	P25	P50	P75	P90	P95	<LC (%)
Total		392	438,3 (314,4 - 562,2)	195,5 (160,4 - 238,3)	39,8	87,2	200,0	372,9	903,3	1553,6	0,00
Sexo	Hombre	197	398,9 (231,4 - 566,4)	163,2 (129,0 - 206,3)	39,3	68,6	160,9	306,5	858,0	1553,6	0,00
	Mujer	195	489,0 (304,8 - 673,1)	246,6 (188,9 - 321,8)	65,1	117,8	250,9	470,3	903,3	1555,6	0,00
Edad	<30 años	71	322,0 (223,5 - 420,4)	176,7 (114,5 - 272,8)	27,1	71,9	219,1	373,4	818,2	1316,2	0,00
	30-39 años	173	509,8 (290,7 - 728,8)	203,7 (160,9 - 257,9)	39,9	87,5	193,1	349,0	1162,5	3505,6	0,00
	40-49 años	96	385,9 (214,0 - 557,8)	182,1 (135,9 - 244,0)	36,8	87,2	202,8	372,9	750,0	1138,6	0,00
	>49 años	52	452,7 (110,348 - 795,1)	221,3 (138,2 - 354,3)	53,7	134,9	175,0	450,0	907,4	1553,6	0,00
Área	Galicia	31	359,6 (198,7 - 520,6)	224,1 (173,3 - 289,7)	62,3	99,5	258,2	524,7	1079,6	1250,0	0,00
	Asturias-Cantabria	20	337,3 (186,4 - 488,3)	151,0 (91,8 - 248,6)	22,2	55,3	171,6	372,9	1351,6	1492,3	0,00
	País Vasco	40	276,0 (142,6 - 409,3)	157,0 (121,2 - 203,4)	27,1	62,4	191,5	332,3	621,6	1184,2	0,00
	Navarra-La Rioja-Aragón	23	332,2 (14,4 - 650,0)	141,4 (72,3 - 276,5)	25,6	70,8	132,9	235,7	370,5	626,8	0,00
	Cataluña	67	516,3 (144,6 - 888,1)	162,4 (91,2 - 288,9)	24,4	58,7	138,9	306,5	1783,8	3740,2	0,00
	Castilla y León	18	207,1 (109,3 - 305,0)	131,5 (82,1 - 210,8)	29,9	77,9	138,0	219,1	581,6	858,0	0,00
	Madrid	28	478,2 (55,7 - 900,8)	216,1 (151,2 - 308,7)	66,7	114,9	193,1	373,4	838,3	1162,5	0,00
	Cast.-Man.-Extremadura	36	570,1 (32,9 - 1107,4)	209,5 (106,9 - 410,8)	42,6	100,2	202,8	337,6	1041,0	1316,2	0,00
	C. Valenciana-Baleares	51	496,5 (169,9 - 823,0)	259,3 (129,7 - 518,2)	64,4	140,0	301,9	482,7	900,0	2666,7	0,00
	Andalucía-Ceuta	37	504,01 (110,70 - 897,32)	250,9 (127,9 - 492,3)	47,3	100,5	250,5	452,2	1553,6	1990,0	0,00
	Murcia	27	380,4 (267,6 - 493,2)	202,6 (148,8 - 275,9)	36,6	81,7	291,6	392,2	654,9	816,3	0,00
	Islas Canarias	14	194,4 (96,4 - 292,4)	119,3 (82,8 - 172,0)	25,7	72,7	137,9	287,6	382,3	872,5	0,00

Tabla 9.2.5. Media aritmética (MA) media geométrica (MG) y percentiles seleccionados de la concentración de MBzP en orina para la población estudiada en µg/L. Porcentaje de muestras por debajo del límite de cuantificación (LC). LC= 0,20 µg/L.

Variable	Grupo	N	MA	MG	P10	P25	P50	P75	P90	P95	<LC (%)
Total		392	14,5 (9,92 - 19,2)	7,91 (6,75 - 9,27)	2,20	4,40	7,60	15,2	27,1	38,8	0,00
Sexo	Hombre	197	16,6 (10,3 - 22,9)	8,35 (6,64 - 10,5)	2,10	4,70	7,60	15,8	29,5	59,7	0,00
	Mujer	195	11,8 (9,00 - 14,7)	7,38 (6,42 - 8,48)	2,20	4,20	7,60	13,9	24,2	33,6	0,00
Edad	<30 años	71	14,4 (7,60 - 21,2)	8,70 (6,74 - 11,2)	2,60	4,90	8,30	15,2	32,6	72,1	0,00
	30-39 años	173	15,9 (7,05 - 24,7)	8,24 (6,38 - 10,6)	2,20	4,40	8,10	16,1	27,1	35,5	0,00
	40-49 años	96	12,9 (6,90 - 18,8)	6,78 (5,05 - 9,12)	1,30	3,40	6,60	13,3	25,9	38,8	0,00
	>49 años	52	13,4 (6,63 - 20,2)	8,05 (5,73 - 11,3)	2,50	4,90	6,20	15,2	29,3	82,1	0,00
Área	Galicia	31	8,54 (5,75 - 11,3)	6,34 (5,16 - 7,80)	2,30	3,60	5,70	9,80	18,7	25,1	0,00
	Asturias-Cantabria	20	9,97 (7,30 - 12,6)	6,42 (5,60 - 7,35)	1,30	2,60	8,00	15,8	17,5	29,3	0,00
	País Vasco	40	15,4 (1,47 - 29,4)	6,60 (4,08 - 10,7)	2,30	3,60	4,90	14,7	24,2	26,5	0,00
	Navarra-La Rioja-Aragón	23	20,2 (3,58 - 36,9)	11,8 (6,75 - 20,6)	4,40	4,60	12,1	16,1	77,1	82,1	0,00
	Cataluña	67	17,5 (12,6 - 22,4)	10,4 (8,35 - 12,9)	2,60	6,10	12,0	24,2	36,8	72,1	0,00
	Castilla y León	18	8,51 (7,22 - 9,81)	7,28 (5,88 - 9,01)	4,20	5,10	6,50	10,7	18,2	19,1	0,00
	Madrid	28	12,8 (10,6 - 15,1)	9,76 (8,29 - 11,5)	3,30	5,10	10,1	17,8	27,1	38,8	0,00
	Cast.-Man.-Extremadura	36	13,2 (9,12 - 17,3)	9,01 (7,27 - 11,2)	2,80	4,70	7,90	18,6	32,6	34,1	0,00
	C. Valenciana-Baleares	51	8,85 (4,91 - 12,8)	5,86 (3,53 - 9,73)	1,50	3,00	6,10	12,8	21,4	23,1	0,00
	Andalucía-Ceuta	37	20,3 (-2,12 - 42,6)	6,54 (3,15 - 13,6)	1,20	2,60	6,60	12,5	16,3	27,1	0,00
	Murcia	27	6,97 (0,99 - 13,0)	4,75 (2,40 - 9,39)	1,50	2,10	5,50	8,40	13,9	17,9	0,00
	Islas Canarias	14	26,8 (-11,5 - 65,2)	11,8 (2,06 - 67,4)	2,30	4,90	8,80	25,9	59,7	137,0	0,00

Tabla 9.2.6. Media aritmética (MA) media geométrica (MG) y percentiles seleccionados de la concentración de MBzP en orina ajustada a creatinina ($\mu\text{g/g creat.}$) para la población estudiada. Porcentaje de muestras por debajo del límite de cuantificación (LC). LC= 0,20 $\mu\text{g/L}$.

Variable	Grupo	N	MA	MG	P10	P25	P50	P75	P90	P95	<LC (%)
Total		392	9,04 (6,77 - 11,3)	5,65 (4,98 - 6,40)	2,17	3,23	5,24	9,12	16,1	23,0	0,00
Sexo	Hombre	197	9,06 (6,07 - 12,0)	5,14 (4,32 - 6,11)	1,88	2,77	4,64	7,69	17,1	41,9	0,00
	Mujer	195	9,02 (7,38 - 10,7)	6,38 (5,69 - 7,15)	2,58	3,97	5,78	11,2	15,9	19,3	0,00
Edad	<30 años	71	8,64 (4,71 - 12,6)	5,67 (4,34 - 7,42)	2,10	3,54	4,64	9,47	16,2	43,4	0,00
	30-39 años	173	9,34 (5,48 - 13,2)	5,57 (4,61 - 6,74)	2,08	3,23	4,91	8,62	15,8	23,0	0,00
	40-49 años	96	8,33 (5,11 - 11,6)	5,32 (4,24 - 6,67)	2,10	2,70	5,43	8,02	15,9	20,7	0,00
	>49 años	52	9,87 (5,49 - 14,2)	6,51 (5,05 - 8,38)	2,33	3,32	7,10	10,2	16,4	41,9	0,00
Área	Galicia	31	5,48 (3,52 - 7,45)	4,59 (3,35 - 6,31)	2,63	3,00	4,47	6,53	11,2	13,8	0,00
	Asturias-Cantabria	20	5,95 (5,85 - 6,06)	4,90 (4,52 - 5,32)	2,10	2,33	5,27	8,59	11,0	12,4	0,00
	País Vasco	40	10,8 (4,07 - 17,5)	5,49 (3,81 - 7,92)	1,69	2,70	5,71	8,94	16,1	27,0	0,00
	Navarra-La Rioja-Aragón	23	12,8 (3,77 - 21,8)	8,43 (4,87 - 14,6)	3,07	5,59	6,47	12,4	41,9	41,9	0,00
	Cataluña	67	10,3 (7,31 - 13,3)	7,13 (5,79 - 8,78)	3,08	3,99	7,07	11,7	18,0	43,4	0,00
	Castilla y León	18	5,74 (4,36 - 7,12)	4,83 (3,72 - 6,28)	2,80	3,23	3,89	6,43	13,0	15,8	0,00
	Madrid	28	7,90 (6,14 - 9,65)	6,56 (5,64 - 7,63)	2,66	4,20	7,07	9,12	14,4	20,7	0,00
	Cast.-Man.-Extremadura	36	8,03 (6,04 - 10,03)	5,64 (5,09 - 6,26)	2,51	3,14	5,04	10,1	17,2	27,9	0,00
	C. Valenciana-Baleares	51	6,43 (3,00 - 9,86)	4,50 (2,68 - 7,56)	1,35	2,40	4,44	9,15	16,2	17,4	0,00
	Andalucía-Ceuta	37	10,8 (0,94 - 20,7)	4,66 (2,81 - 7,74)	1,44	2,47	4,11	7,76	12,1	13,8	0,00
	Murcia	27	4,68 (1,38 - 7,97)	3,21 (1,62 - 6,35)	0,89	2,06	3,15	5,31	13,0	13,2	0,00
	Islas Canarias	14	21,8 (-6,30 - 49,8)	10,8 (3,11 - 37,7)	2,47	3,97	7,21	16,4	70,6	94,3	0,00

Tabla 9.2.7. Media aritmética (MA) media geométrica (MG) y percentiles seleccionados de la concentración de MiBP en orina para la población estudiada en µg/L. Porcentaje de muestras por debajo del límite de cuantificación (LC). LC= 1,00 µg/L.

Variable	Grupo	N	MA	MG	P10	P25	P50	P75	P90	P95	<LC (%)
Total		392	46,6 (38,8 - 54,4)	32,0 (28,3 - 36,2)	11,5	21,1	32,2	49,2	80,1	97,8	0,00
Sexo	Hombre	197	43,4 (34,0 - 52,9)	32,5 (27,2 - 38,9)	11,5	23,4	32,7	49,0	79,7	97,8	0,00
	Mujer	195	50,6 (35,9 - 65,4)	31,3 (27,8 - 35,2)	10,9	19,5	31,3	50,9	83,4	106,0	0,00
Edad	<30 años	71	65,3 (33,9 - 96,7)	40,1 (33,2 - 48,5)	15,5	26,7	36,2	56,0	85,9	424,0	0,00
	30-39 años	173	40,0 (31,9 - 48,0)	31,6 (26,3 - 38,1)	12,6	20,7	31,3	47,0	78,7	97,8	0,00
	40-49 años	96	45,4 (29,2 - 61,6)	28,9 (21,8 - 38,4)	8,30	14,5	30,9	49,0	80,1	94,2	0,00
	>49 años	52	45,6 (22,1 - 69,1)	29,4 (23,7 - 36,6)	12,4	21,7	25,4	43,4	67,9	97,3	0,00
Área	Galicia	31	28,0 (23,4 - 32,5)	23,2 (19,9 - 27,0)	8,30	16,4	25,7	36,1	47,1	53,1	0,00
	Asturias-Cantabria	20	35,4 (14,9 - 55,8)	23,6 (16,5 - 33,7)	5,30	14,5	20,3	42,5	104,0	124,0	0,00
	País Vasco	40	36,0 (27,6 - 44,4)	29,4 (22,3 - 38,6)	13,4	17,9	28,3	45,0	80,2	89,9	0,00
	Navarra-La Rioja-Aragón	23	57,4 (22,3 - 92,5)	36,4 (24,9 - 53,3)	11,5	20,7	34,7	53,0	144,0	251,0	0,00
	Cataluña	67	50,1 (28,6 - 71,6)	32,0 (25,9 - 39,5)	11,8	23,4	29,0	50,9	77,4	78,7	0,00
	Castilla y León	18	44,3 (36,3 - 52,4)	39,6 (31,0 - 50,5)	21,2	30,9	37,4	52,9	85,0	86,0	0,00
	Madrid	28	58,3 (29,9 - 86,6)	41,7 (29,3 - 59,4)	20,3	25,5	37,3	61,4	94,2	97,8	0,00
	Cast.-Man.-Extremadura	36	34,7 (27,7 - 41,8)	30,9 (24,9 - 38,3)	14,8	26,6	31,3	45,7	53,2	64,8	0,00
	C. Valenciana-Baleares	51	28,6 (22,4 - 34,8)	22,6 (18,3 - 27,9)	8,10	13,1	25,1	38,5	48,5	80,1	0,00
	Andalucía-Ceuta	37	42,3 (21,4 - 63,3)	30,8 (18,7 - 50,6)	8,50	20,2	38,0	49,2	85,9	140,0	0,00
	Murcia	27	65,5 (9,79 - 121,2)	30,0 (28,5 - 31,7)	16,7	19,1	25,9	34,8	58,2	64,4	0,00
	Islas Canarias	14	116,2 (43,7 - 188,8)	78,2 (54,5 - 112,2)	43,4	52,0	75,1	95,0	162,0	720,0	0,00

Tabla 9.2.8. Media aritmética (MA) media geométrica (MG) y percentiles seleccionados de la concentración de MiBP en orina ajustada a creatinina ($\mu\text{g/g creat.}$) para la población estudiada. Porcentaje de muestras por debajo del límite de cuantificación (LC). LC= 1,00 $\mu\text{g/L}$.

Variable	Grupo	N	MA	MG	P10	P25	P50	P75	P90	P95	<LC (%)
Total		392	30,78 (27,1 - 34,5)	22,8 (21,1 - 24,6)	10,5	14,9	21,4	32,58	48,36	64,58	0,00
Sexo	Hombre	197	25,9 (21,0 - 30,8)	20,0 (17,6 - 22,8)	9,59	13,2	19,0	29,73	43,75	53,49	0,00
	Mujer	195	37,0 (30,1 - 43,9)	27,0 (24,8 - 29,5)	12,2	19,1	25,6	35,25	57,17	96,32	0,00
Edad	<30 años	71	39,2 (22,4 - 56,1)	26,1 (20,6 - 33,1)	10,2	16,9	23,6	38,17	61,58	231,69	0,00
	30-39 años	173	25,9 (22,2 - 29,71)	21,4 (19,1 - 23,9)	10,5	14,2	21,1	31,08	40,86	57,17	0,00
	40-49 años	96	31,2 (21,7 - 40,7)	22,7 (18,2 - 28,2)	9,49	16,5	24,0	34,19	47,44	53,49	0,00
	>49 años	52	34,5 (25,1 - 43,9)	23,8 (19,2 - 29,5)	12,7	14,1	20,0	36,67	69,79	94,35	0,00
Área	Galicia	31	20,4 (14,7 - 26,2)	16,8 (14,1 - 20,0)	8,37	10,8	17,2	21,50	29,83	38,30	0,00
	Asturias-Cantabria	20	21,6 (6,60 - 36,7)	18,0 (10,2 - 32,0)	8,68	12,2	15,5	25,32	38,93	64,58	0,00
	País Vasco	40	28,4 (23,7 - 32,3)	24,4 (19,7 - 30,2)	7,37	18,2	26,9	38,17	51,43	52,83	0,00
	Navarra-La Rioja-Aragón	23	38,4 (23,0 - 53,8)	26,0 (17,90 - 37,72)	9,24	15,2	21,8	34,19	121,26	121,26	0,00
	Cataluña	67	29,4 (19,2 - 39,7)	22,0 (18,9 - 25,6)	12,7	14,2	22,5	30,26	35,25	47,20	0,00
	Castilla y León	18	29,6 (25,5 - 33,6)	26,3 (22,0 - 31,3)	14,9	17,5	24,3	38,90	60,74	62,50	0,00
	Madrid	28	36,9 (21,1 - 52,6)	28,0 (21,9 - 35,9)	14,6	20,0	26,6	39,68	49,53	60,83	0,00
	Cast.-Man.-Extremadura	36	20,6 (16,7 - 24,6)	19,3 (16,3 - 22,9)	12,6	13,6	19,7	22,40	33,82	34,29	0,00
	C. Valenciana-Baleares	51	2,0 (17,1 - 22,9)	17,3 (15,3 - 19,6)	8,37	12,1	19,5	24,79	30,98	41,36	0,00
	Andalucía-Ceuta	37	27,7 (20,1 - 35,3)	21,9 (16,9 - 28,5)	10,5	13,1	21,2	35,39	47,75	61,58	0,00
Murcia	27	49,3 (5,61 - 92,9)	20,3 (19,3 - 21,3)	9,32	11,8	18,6	28,53	43,81	53,43	0,00	
Islas Canarias	14	87,9 (78,9 - 96,9)	71,8 (62,7 - 82,1)	38,7	50,1	57,0	94,35	139,71	349,52	0,00	

Tabla 9.2.9. Media aritmética (MA) media geométrica (MG) y percentiles seleccionados de la concentración de 2OH-MiBP en orina para la población estudiada en µg/L. Porcentaje de muestras por debajo del límite de cuantificación (LC). LC= 0,25 µg/L.

Variable	Grupo	N	MA	MG	P10	P25	P50	P75	P90	P95	<LC (%)
Total		392	17,4 (14,8 - 20,0)	12,2 (10,9 - 13,7)	4,50	7,30	12,0	20,0	30,6	38,5	0,00
Sexo	Hombre	197	15,5 (12,6 - 18,5)	11,8 (10,0 - 13,9)	4,40	7,60	11,7	18,8	28,6	33,1	0,00
	Mujer	195	19,7 (14,6 - 24,9)	12,8 (11,4 - 14,3)	4,50	7,20	12,2	22,3	31,7	40,6	0,00
Edad	<30 años	71	24,5 (13,5 - 35,5)	15,3 (12,0 - 18,1)	5,30	10,5	15,8	23,2	30,9	106,0	0,00
	30-39 años	173	15,9 (13,3 - 18,5)	12,6 (10,6 - 14,9)	5,30	8,10	12,0	22,2	32,3	38,5	0,00
	40-49 años	96	16,3 (11,2 - 21,5)	11,0 (8,61 - 14,1)	3,90	6,50	10,6	18,8	28,6	39,7	0,00
	>49 años	52	14,7 (8,30 - 21,1)	9,93 (7,92 - 12,4)	4,20	5,90	9,40	14,8	24,8	31,2	0,00
Área	Galicia	31	12,2 (11,3 - 13,2)	10,0 (9,43 - 10,7)	3,80	6,60	11,2	14,5	23,2	25,7	0,00
	Asturias-Cantabria	20	14,2 (5,37 - 23,0)	9,19 (5,93 - 14,3)	1,50	6,10	8,10	18,8	38,4	51,8	0,00
	País Vasco	40	15,8 (11,1 - 20,6)	12,2 (8,96 - 16,7)	4,90	6,80	11,3	20,5	32,4	41,7	0,00
	Navarra-La Rioja-Aragón	23	18,0 (10,9 - 25,2)	12,5 (9,07 - 17,4)	3,90	7,90	9,40	17,6	61,1	61,1	0,00
	Cataluña	67	21,0 (12,1 - 29,9)	12,8 (10,2 - 16,0)	5,90	7,40	11,7	19,0	31,1	38,5	0,00
	Castilla y León	18	18,6 (15,0 - 22,2)	16,1 (12,4 - 21,0)	8,80	11,2	15,8	22,4	27,1	57,3	0,00
	Madrid	28	19,8 (12,2 - 27,5)	14,4 (9,68 - 21,3)	5,30	7,90	12,9	24,5	32,5	45,5	0,00
	Cast.-Man.-Extremadura	36	14,1 (12,9 - 15,3)	12,6 (11,5 - 13,7)	5,40	9,40	13,6	18,7	21,0	27,6	0,00
	C. Valenciana-Baleares	51	10,7 (9,54 - 12,0)	8,87 (7,98 - 9,87)	3,90	4,70	8,90	14,2	18,8	24,5	0,00
	Andalucía-Ceuta	37	15,6 (8,68 - 22,6)	12,0 (7,60 - 18,9)	4,00	7,00	12,0	22,3	31,7	41,7	0,00
	Murcia	27	25,3 (2,86 - 47,8)	10,7 (9,89 - 11,6)	5,30	7,00	8,90	13,5	19,9	24,5	0,00
	Islas Canarias	14	33,5 (12,8 - 54,3)	22,4 (17,1 - 29,3)	10,6	14,3	22,2	30,2	39,7	211,0	0,00

Tabla 9.2.10. Media aritmética (MA) media geométrica (MG) y percentiles seleccionados de la concentración de 2OH-MiBP en orina ajustada a creatinina ($\mu\text{g/g creat.}$) para la población estudiada. Porcentaje de muestras por debajo del límite de cuantificación (LC). LC= 0,25 $\mu\text{g/L}$.

Variable	Grupo	N	MA	MG	P10	P25	P50	P75	P90	P95	<LC (%)
Total		392	11,7 (10,4 - 12,9)	8,72 (8,07 - 9,43)	3,52	5,67	8,41	13,3	19,0	25,3	0,00
Sexo	Hombre	197	9,44 (7,72 - 11,2)	7,26 (6,42 - 8,21)	3,19	4,80	6,81	11,3	16,1	19,2	0,00
	Mujer	195	14,5 (12,1 - 16,9)	11,0 (10,2 - 12,0)	5,44	7,65	10,7	15,2	21,0	34,5	0,00
Edad	<30 años	71	15,0 (9,24 - 20,7)	10,0 (7,99 - 12,5)	4,22	6,45	9,49	14,2	19,1	57,9	0,00
	30-39 años	173	10,5 (9,36 - 11,7)	8,51 (7,68 - 9,43)	3,91	5,20	8,33	13,2	18,3	25,3	0,00
	40-49 años	96	11,4 (8,06 - 14,8)	8,64 (7,18 - 10,4)	4,47	6,11	8,40	13,2	16,6	19,2	0,00
	>49 años	52	11,3 (8,75 - 13,8)	8,03 (6,43 - 10,0)	3,42	4,80	6,75	11,3	21,0	25,2	0,00
Área	Galicia	31	9,77 (6,96 - 12,6)	7,28 (6,23 - 8,50)	3,28	5,20	6,82	12,1	16,7	20,7	0,00
	Asturias-Cantabria	20	8,69 (2,01 - 15,4)	7,03 (3,64 - 13,5)	2,82	4,57	8,36	9,15	15,6	27,0	0,00
	País Vasco	40	11,9 (9,51 - 14,2)	10,2 (7,76 - 13,3)	3,10	7,31	12,2	16,2	19,8	20,3	0,00
	Navarra-La Rioja-Aragón	23	12,7 (9,15 - 16,3)	8,96 (6,51 - 12,3)	3,97	4,80	7,03	15,1	29,5	29,5	0,00
	Cataluña	67	12,4 (8,35 - 16,5)	8,77 (7,45 - 10,3)	4,17	5,00	9,30	11,4	18,3	21,5	0,00
	Castilla y León	18	12,0 (9,63 - 14,4)	10,7 (8,79 - 13,1)	6,28	6,81	9,95	18,7	20,7	25,3	0,00
	Madrid	28	13,25 (9,63 - 16,87)	9,66 (7,41 - 12,6)	3,47	5,67	10,7	15,2	20,5	37,2	0,00
	Cast.-Man.-Extremadura	36	8,50 (8,04 - 8,96)	7,88 (7,49 - 8,28)	4,86	5,88	8,43	11,1	12,3	14,1	0,00
	C. Valenciana-Baleares	51	7,74 (5,96 - 9,52)	6,81 (5,56 - 8,35)	3,46	4,93	6,94	10,2	12,9	14,9	0,00
	Andalucía-Ceuta	37	10,3 (7,82 - 12,7)	8,54 (6,79 - 10,7)	2,98	6,11	8,71	13,8	16,6	18,3	0,00
	Murcia	27	19,2 (1,99 - 36,5)	7,26 (6,69 - 7,87)	3,03	4,04	6,77	8,24	16,7	29,7	0,00
	Islas Canarias	14	25,1 (24,0 - 26,2)	20,5 (16,4 - 25,7)	11,0	14,9	19,2	25,2	38,3	102,4	0,00

Tabla 9.2.11. Media aritmética (MA) media geométrica (MG) y percentiles seleccionados de la concentración de MnBP en orina ($\mu\text{g/L}$) para la población estudiada. Porcentaje de muestras por debajo del límite de cuantificación (LC). LC= 1,00 $\mu\text{g/L}$.

Variable	Grupo	N	MA	MG	P10	P25	P50	P75	P90	P95	<LC (%)
Total		392	30,9 (23,2 - 38,6)	20,3 (17,7 - 23,2)	6,70	12,3	21,7	33,2	48,0	75,0	0,00
Sexo	Hombre	197	34,2 (21,4 - 47,1)	20,8 (17,2 - 25,0)	6,40	13,1	22,6	33,5	49,1	68,8	0,00
	Mujer	195	26,6 (21,9 - 31,3)	19,6 (16,9 - 22,8)	6,90	11,5	21,3	33,1	47,6	75,2	0,00
Edad	<30 años	71	28,2 (23,6 - 32,9)	23,1 (20,4 - 26,1)	9,00	15,7	25,3	34,2	46,6	63,5	0,00
	30-39 años	173	30,8 (23,6 - 38,0)	20,7 (17,0 - 25,3)	7,60	12,1	20,2	32,4	57,4	85,9	0,00
	40-49 años	96	36,6 (9,87 - 63,3)	18,2 (14,3 - 23,2)	5,60	8,40	23,3	33,2	44,0	52,0	0,00
	>49 años	52	24,7 (18,8 - 30,6)	19,1 (15,8 - 23,2)	6,70	12,4	19,8	32,4	42,5	47,7	0,00
Área	Galicia	31	26,7 (22,2 - 31,2)	20,6 (16,5 - 25,7)	10,7	12,3	20,0	28,2	43,9	47,6	0,00
	Asturias-Cantabria	20	27,0 (26,9 - 27,1)	16,8 (15,9 - 17,8)	5,60	7,10	18,4	27,2	79,2	79,2	0,00
	País Vasco	40	88,6 (-52,7 - 229,8)	17,3 (11,1 - 27,0)	5,90	9,30	15,1	27,7	37,0	57,2	0,00
	Navarra-La Rioja-Aragón	23	24,1 (16,3 - 31,9)	19,3 (12,5 - 29,9)	6,40	10,0	24,2	36,0	43,1	43,6	0,00
	Cataluña	67	32,2 (19,3 - 45,0)	22,3 (17,6 - 28,3)	8,10	14,3	24,5	31,7	47,7	55,8	0,00
	Castilla y León	18	23,7 (15,8 - 31,7)	21,5 (15,4 - 30,1)	8,60	17,1	22,5	30,6	35,9	40,1	0,00
	Madrid	28	36,7 (24,0 - 49,3)	28,6 (19,6 - 41,6)	11,0	19,8	31,1	36,7	66,5	146,0	0,00
	Cast.-Man.-Extremadura	36	23,8 (18,9 - 28,8)	20,2 (17,3 - 23,6)	9,70	14,0	19,7	29,6	40,3	46,6	0,00
	C. Valenciana-Baleares	51	22,5 (21,1 - 23,9)	17,0 (14,9 - 19,4)	6,60	10,0	15,5	32,4	45,5	63,5	0,00
	Andalucía-Ceuta	37	26,6 (11,1 - 42,0)	17,4 (9,86 - 30,8)	5,20	9,10	20,6	33,2	56,1	82,2	0,00
	Murcia	27	18,4 (17,1 - 19,79)	15,1 (12,4 - 18,4)	6,20	9,20	13,9	20,7	40,7	52,9	0,00
	Islas Canarias	14	33,4 (32,3 - 34,4)	20,6 (9,75 - 43,6)	4,90	10,5	25,4	43,2	52,00	179	0,00

Tabla 9.2.12. Media aritmética (MA) media geométrica (MG) y percentiles seleccionados de la concentración de MnBP en orina ajustada a creatinina ($\mu\text{g/g creat.}$) para la población estudiada. Porcentaje de muestras por debajo del límite de cuantificación (LC). LC= 1,00 $\mu\text{g/L}$.

Variable	Grupo	N	MA	MG	P10	P25	P50	P75	P90	P95	<LC (%)
Total		392	19,1 (15,6 - 22,6)	14,5 (13,3 - 15,7)	7,26	10,1	14,6	20,6	30,2	40,0	0,00
Sexo	Hombre	197	18,2 (12,4 - 24,0)	12,8 (11,2 - 14,6)	5,02	8,92	12,3	17,9	26,2	35,9	0,00
	Mujer	195	20,2 (17,9 - 22,6)	17,0 (15,3 - 18,8)	9,04	11,2	16,8	24,4	33,2	47,5	0,00
Edad	<30 años	71	17,1 (15,0 - 19,1)	15,0 (13,5 - 16,7)	8,28	11,8	14,3	21,1	28,9	33,2	0,00
	30-39 años	173	18,1 (15,3 - 21,0)	14,0 (12,5 - 15,8)	6,28	9,33	12,7	21,1	35,5	52,1	0,00
	40-49 años	96	22,4 (10,1 - 34,7)	14,3 (12,3 - 16,7)	6,91	10,5	14,7	18,3	26,8	33,5	0,00
	>49 años	52	19,1 (15,5 - 22,6)	15,5 (13,0 - 18,4)	8,22	10,3	16,4	22,0	30,2	39,5	0,00
Área	Galicia	31	17,1 (14,9 - 19,3)	14,9 (14,3 - 15,6)	8,47	10,1	14,9	19,8	24,8	29,7	0,00
	Asturias-Cantabria	20	17,2 (15,5 - 18,9)	12,9 (9,78 - 16,9)	4,64	8,47	11,2	20,3	43,3	56,2	0,00
	País Vasco	40	46,5 (-19,0 - 111,9)	14,4 (9,23 - 22,4)	4,92	9,48	15,0	20,6	27,4	38,3	0,00
	Navarra-La Rioja-Aragón	23	16,7 (10,6 - 22,7)	13,8 (9,03 - 21,1)	7,52	9,15	14,6	22,0	30,6	41,5	0,00
	Cataluña	67	19,3 (13,0 - 25,6)	15,4 (13,0 - 18,2)	7,39	10,6	15,5	20,6	23,3	33,5	0,00
	Castilla y León	18	16,1 (11,7 - 20,6)	14,3 (10,8 - 18,9)	8,75	11,0	11,9	22,3	29,5	33,2	0,00
	Madrid	28	21,4 (18,0 - 24,8)	19,2 (17,12 - 21,52)	12,24	14,6	17,1	23,7	35,9	59,1	0,00
	Cast.-Man.-Extremadura	36	14,3 (11,0 - 17,6)	12,6 (11,3 - 14,2)	8,08	9,11	10,5	18,3	26,2	27,4	0,00
	C. Valenciana-Baleares	51	15,7 (12,2 - 19,2)	13,1 (10,5 - 16,2)	4,81	8,44	12,5	19,9	29,8	35,5	0,00
	Andalucía-Ceuta	37	16,4 (9,97 - 22,8)	12,4 (8,73 - 17,6)	4,52	8,88	11,6	19,4	32,9	46,4	0,00
	Murcia	27	12,3 (11,9 - 12,8)	10,2 (8,37 - 12,4)	3,97	6,78	11,1	17,3	21,1	23,3	0,00
	Islas Canarias	14	26,0 (24,4 - 27,6)	18,9 (14,7 - 24,4)	9,85	10,6	17,2	30,2	55,2	120,1	0,00

Tabla 9.2.13. Media aritmética (MA) media geométrica (MG) y percentiles seleccionados de la concentración de 3OH-MnBP en orina ($\mu\text{g/L}$) para la población estudiada. Porcentaje de muestras por debajo del límite de cuantificación (LC). LC= 0,25 $\mu\text{g/L}$.

Variable	Grupo	N	MA	MG	P10	P25	P50	P75	P90	P95	<LC (%)
Total		392	3,45 (2,54 - 4,36)	2,19 (1,93 - 2,50)	0,80	1,20	2,30	3,70	5,70	8,00	0,00
Sexo	Hombre	197	3,69 (2,20 - 5,19)	2,17 (1,88 - 2,51)	0,80	1,20	2,10	3,50	5,50	7,90	0,00
	Mujer	195	3,14 (2,52 - 3,75)	2,22 (1,89 - 2,62)	0,80	1,40	2,30	3,80	5,70	9,20	0,00
Edad	<30 años	71	3,02 (2,54 - 3,50)	2,41 (2,09 - 2,78)	0,90	1,50	2,60	4,00	5,00	6,60	0,00
	30-39 años	173	3,51 (2,74 - 4,28)	2,35 (1,95 - 2,84)	0,80	1,30	2,30	4,10	7,60	11,7	0,00
	40-49 años	96	4,31 (1,02 - 7,60)	2,02 (1,61 - 2,53)	0,50	1,00	2,40	3,40	5,70	7,60	0,00
	>49 años	52	2,29 (1,69 - 2,89)	1,80 (1,42 - 2,28)	0,90	1,10	1,60	2,90	4,50	5,00	0,00
Área	Galicia	31	3,02 (2,70 - 3,34)	2,31 (1,84 - 2,90)	1,10	1,40	2,00	3,80	6,10	8,00	0,00
	Asturias-Cantabria	20	3,90 (2,92 - 4,87)	2,15 (2,13 - 2,17)	0,30	0,80	2,00	4,40	11,7	12,1	0,00
	País Vasco	40	10,86 (-6,38 - 28,09)	2,16 (1,39 - 3,37)	0,80	1,10	2,10	3,10	4,90	6,40	0,00
	Navarra-La Rioja-Aragón	23	2,27 (1,79 - 2,75)	1,81 (1,25 - 2,62)	0,70	0,90	2,30	2,60	4,00	7,10	0,00
	Cataluña	67	3,56 (1,88 - 5,25)	2,40 (1,72 - 3,36)	0,80	1,50	2,80	3,70	5,50	8,60	0,00
	Castilla y León	18	2,73 (1,39 - 4,08)	2,38 (1,52 - 3,73)	1,00	1,30	2,70	3,20	4,50	5,50	0,00
	Madrid	28	3,43 (2,54 - 4,32)	2,61 (1,78 - 3,81)	1,10	1,50	2,50	4,30	7,90	9,20	0,00
	Cast.-Man.-Extremadura	36	2,85 (2,31 - 3,39)	2,30 (2,10 - 2,51)	0,90	1,40	2,10	3,80	6,30	6,90	0,00
	C. Valenciana-Baleares	51	2,73 (2,21 - 3,25)	1,87 (1,65 - 2,13)	0,80	0,90	1,50	3,60	5,50	7,60	0,00
	Andalucía-Ceuta	37	3,24 (1,47 - 5,00)	2,14 (1,30 - 3,53)	0,70	1,10	2,00	4,20	6,60	8,60	0,00
	Murcia	27	1,89 (1,62 - 2,16)	1,56 (1,28 - 1,91)	0,70	0,90	1,60	2,50	4,10	4,10	0,00
	Islas Canarias	14	2,76 (2,56 - 2,95)	1,92 (1,04 - 3,54)	0,50	1,00	2,40	3,30	5,30	10,2	0,00

Tabla 9.2.14. Media aritmética (MA) media geométrica (MG) y percentiles seleccionados de la concentración de 3OH-MnBP en orina ajustada a creatinina ($\mu\text{g/g creat.}$) para la población estudiada. Porcentaje de muestras por debajo del límite de cuantificación (LC). LC= 0,25 $\mu\text{g/L}$.

Variable	Grupo	N	MA	MG	P10	P25	P50	P75	P90	P95	<LC (%)
Total		392	2,15 (1,72 - 2,58)	1,57 (1,43 - 1,71)	0,66	1,00	1,61	2,35	3,54	5,05	0,00
Sexo	Hombre	197	2,00 (1,31 - 2,69)	1,34 (1,20 - 1,49)	0,65	0,85	1,30	1,98	3,20	4,04	0,00
	Mujer	195	2,34 (2,00 - 2,68)	1,92 (1,70 - 2,17)	0,94	1,28	1,86	2,95	4,26	5,61	0,00
Edad	<30 años	71	1,86 (1,62 - 2,09)	1,57 (1,38 - 1,79)	0,65	1,12	1,74	2,29	3,54	4,07	0,00
	30-39 años	173	2,12 (1,78 - 2,46)	1,59 (1,40 - 1,80)	0,68	0,97	1,61	2,50	3,93	6,32	0,00
	40-49 años	96	2,63 (1,12 - 4,15)	1,58 (1,37 - 1,83)	0,73	1,08	1,47	2,10	3,54	5,00	0,00
	>49 años	52	1,79 (1,39 - 2,19)	1,46 (1,17 - 1,81)	0,65	0,91	1,30	2,25	3,33	5,00	0,00
Área	Galicia	31	2,01 (1,86 - 2,16)	1,67 (1,58 - 1,77)	0,71	1,00	1,76	2,41	3,33	5,00	0,00
	Asturias-Cantabria	20	2,41 (2,19 - 2,62)	1,64 (1,31 - 2,06)	0,52	0,87	1,20	2,47	5,62	8,58	0,00
	País Vasco	40	5,69 (-2,26 - 13,64)	1,80 (1,21 - 2,69)	0,62	1,05	1,90	2,64	3,29	3,92	0,00
	Navarra-La Rioja-Aragón	23	1,57 (1,04 - 2,10)	1,30 (0,91 - 1,85)	0,57	0,92	1,12	1,96	3,19	3,30	0,00
	Cataluña	67	2,15 (1,23 - 3,07)	1,65 (1,26 - 2,16)	0,67	1,29	1,75	2,23	3,09	5,15	0,00
	Castilla y León	18	1,83 (0,99 - 2,68)	1,58 (1,08 - 2,33)	0,66	1,18	1,35	2,09	3,33	4,04	0,00
	Madrid	28	2,05 (1,65 - 2,46)	1,75 (1,51 - 2,03)	0,91	1,32	1,64	2,62	3,49	3,50	0,00
	Cast.-Man.-Extremadura	36	1,70 (1,30 - 2,10)	1,44 (1,32 - 1,56)	0,67	0,93	1,41	2,08	3,54	3,68	0,00
	C. Valenciana-Baleares	51	1,90 (1,32 - 2,47)	1,44 (1,10 - 1,88)	0,65	0,86	1,30	2,53	3,54	5,61	0,00
	Andalucía-Ceuta	37	2,07 (1,39 - 2,76)	1,52 (1,10 - 2,11)	0,65	0,88	1,28	2,50	4,96	5,05	0,00
	Murcia	27	1,29 (1,21 - 1,38)	1,06 (0,86 - 1,29)	0,39	0,52	1,25	1,63	2,48	2,74	0,00
	Islas Canarias	14	2,20 (2,09 - 2,31)	1,76 (1,57 - 1,98)	0,74	1,07	1,77	2,73	5,00	6,85	0,00

Tabla 9.2.15. Media aritmética (MA) media geométrica (MG) y percentiles seleccionados de la concentración de MCPP en orina ($\mu\text{g/L}$) para la población estudiada. Porcentaje de muestras por debajo del límite de cuantificación (LC). LC= 0,50 $\mu\text{g/L}$.

Variable	Grupo	N	MA	MG	P10	P25	P50	P75	P90	P95	<LC (%)
Total		392	2,37 (1,57 - 3,18)	1,46 (1,26 - 1,69)	0,50	0,90	1,40	2,20	3,80	5,20	9,90
Sexo	Hombre	197	2,87 (1,53 - 4,22)	1,64 (1,35 - 1,98)	0,60	0,90	1,50	2,60	4,40	5,60	8,10
	Mujer	195	1,73 (1,44 - 2,02)	1,27 (1,11 - 1,44)	<LC	0,80	1,30	2,10	3,20	3,70	11,8
Edad	<30 años	71	1,61 (1,40 - 1,82)	1,36 (1,20 - 1,53)	0,60	0,90	1,40	1,90	2,90	3,10	5,60
	30-39 años	173	2,14 (1,46 - 2,83)	1,53 (1,27 - 1,83)	0,60	1,00	1,40	2,30	3,70	5,00	6,40
	40-49 años	96	2,65 (1,12 - 4,18)	1,38 (1,03 - 1,85)	<LC	0,60	1,20	2,60	4,40	5,50	18,8
	>49 años	52	3,62 (0,59 - 6,64)	1,55 (1,02 - 2,37)	<LC	0,80	1,20	2,30	10,7	26,3	11,5
Área	Galicia	31	3,39 (-0,47 - 7,25)	1,39 (0,86 - 2,24)	0,60	0,80	1,10	1,90	2,30	3,70	9,70
	Asturias-Cantabria	20	1,77 (1,14 - 2,40)	1,23 (1,02 - 1,49)	<LC	0,50	1,10	2,60	3,50	6,10	15,0
	País Vasco	40	2,79 (1,39 - 4,20)	1,56 (1,39 - 1,75)	0,60	0,80	1,30	2,70	5,10	14,30	5,00
	Navarra-La Rioja-Aragón	23	1,77 (0,89 - 2,66)	1,42 (0,89 - 2,29)	0,60	0,80	1,40	2,20	3,90	3,90	8,70
	Cataluña	67	2,14 (1,82 - 2,46)	1,65 (1,42 - 1,93)	<LC	1,10	1,90	2,90	4,50	5,20	13,4
	Castilla y León	18	1,88 (1,54 - 2,22)	1,42 (1,22 - 1,67)	0,60	1,00	1,40	2,40	3,10	5,60	5,60
	Madrid	28	4,04 (0,24 - 7,84)	1,79 (0,95 - 3,40)	0,70	0,90	1,40	2,00	5,80	26,30	3,60
	Cast.-Man.-Extremadura	36	2,31 (1,29 - 3,32)	1,76 (1,43 - 2,16)	0,90	1,20	1,70	2,20	3,80	6,30	8,30
	C. Valenciana-Baleares	51	1,58 (1,01 - 2,14)	1,17 (0,94 - 1,44)	0,50	0,70	1,10	1,70	2,50	3,70	9,80
	Andalucía-Ceuta	37	1,73 (0,95 - 2,52)	1,33 (0,86 - 2,07)	<LC	0,70	1,30	2,60	3,80	4,30	13,5
Murcia	27	1,26 (1,10 - 1,42)	1,10 (0,96 - 1,26)	<LC	0,70	1,10	1,60	2,30	2,50	11,1	
Islas Canarias	14	3,13 (0,92 - 5,34)	1,54 (0,96 - 2,46)	<LC	1,00	1,20	2,80	2,90	27,1	14,3	

Tabla 9.2.16. Media aritmética (MA) media geométrica (MG) y percentiles seleccionados de la concentración de MCPP en orina ajustada a creatinina ($\mu\text{g/g creat.}$) para la población estudiada. Porcentaje de muestras por debajo del límite de cuantificación (LC). LC= 0,50 $\mu\text{g/L}$.

Variable	Grupo	N	MA	MG	P10	P25	P50	P75	P90	P95	<LC (%)
Total		392	1,50 (1,14 - 1,87)	1,04 (0,95 - 1,15)	0,49	0,67	0,95	1,35	2,28	3,71	9,90
Sexo	Hombre	197	1,59 (0,97 - 2,22)	1,01 (0,87 - 1,16)	0,46	0,62	0,87	1,30	2,62	5,34	8,10
	Mujer	195	1,38 (1,21 - 1,55)	1,09 (1,01 - 1,18)	<LC	0,76	0,99	1,41	2,12	3,58	11,8
Edad	<30 años	71	1,02 (0,90 - 1,16)	0,88 (0,77 - 1,01)	0,49	0,60	0,93	1,24	1,83	1,87	5,60
	30-39 años	173	1,33 (1,00 - 1,65)	1,03 (0,93 - 1,15)	0,56	0,71	0,94	1,35	2,12	2,41	6,40
	40-49 años	96	1,59 (1,02 - 2,15)	1,08 (0,87 - 1,35)	<LC	0,69	0,99	1,44	3,19	5,34	18,8
	>49 años	52	2,54 (0,76 - 4,31)	1,26 (0,86 - 1,83)	<LC	0,71	0,99	1,46	6,82	15,6	11,5
Área	Galicia	31	2,02 (0,19 - 3,85)	1,01 (0,74 - 1,36)	0,47	0,64	0,93	1,16	2,10	3,62	9,70
	Asturias-Cantabria	20	1,16 (0,91 - 1,40)	0,94 (0,91 - 0,97)	<LC	0,65	0,96	1,35	1,68	4,33	15,0
	País Vasco	40	2,04 (1,06 - 3,01)	1,30 (1,08 - 1,55)	0,62	0,77	1,10	1,58	4,81	7,96	5,00
	Navarra-La Rioja-Aragón	23	1,43 (0,53 - 2,34)	1,02 (0,63 - 1,65)	0,41	0,66	0,93	1,02	4,60	4,76	8,70
	Cataluña	67	1,33 (1,14 - 1,52)	1,13 (1,00 - 1,29)	<LC	0,81	1,00	1,61	2,30	3,19	13,4
	Castilla y León	18	1,14 (0,97 - 1,31)	0,94 (0,80 - 1,11)	0,39	0,59	1,10	1,62	2,41	2,50	5,60
	Madrid	28	2,21 (0,56 - 3,87)	1,21 (0,82 - 1,77)	0,49	0,64	0,89	1,44	3,58	15,6	3,60
	Cast.-Man.-Extremadura	36	1,40 (0,80 - 2,00)	1,10 (0,88 - 1,37)	0,49	0,76	1,06	1,58	1,90	4,44	8,30
	C. Valenciana-Baleares	51	1,16 (0,58 - 1,74)	0,89 (0,68 - 1,18)	0,52	0,56	0,82	1,18	1,54	5,34	9,80
	Andalucía-Ceuta	37	1,09 (0,83 - 1,35)	0,95 (0,75 - 1,19)	<LC	0,67	0,90	1,25	1,74	2,24	13,5
	Murcia	27	0,84 (0,74 - 0,95)	0,75 (0,65 - 0,86)	<LC	0,53	0,65	1,21	1,47	1,49	11,1
	Islas Canarias	14	2,53 (0,92 - 4,14)	1,42 (1,38 - 1,45)	<LC	0,85	1,15	1,77	6,09	18,2	14,3

Tabla 9.2.17. Percentiles 95 de la concentración de MCHP y MnPeP en orina para la población estudiada ($\mu\text{g/L}$), así como en orina ajustada a creatinina ($\mu\text{g/g creat.}$). Porcentaje de muestras por debajo del límite de cuantificación (LC). LC= 0,2 $\mu\text{g/L}$.

Variable	Grupo	N	MCHP en orina				MnPeP en orina			
			$\mu\text{g/L}$		$\mu\text{g/g creatinina}$		$\mu\text{g/L}$		$\mu\text{g/g creatinina}$	
			P95	<LC (%)	P95	<LC (%)	P95	<LC (%)	P95	<LC (%)
Total		392	0,20	94,9	0,22	94,9	<LC	98,7	<LC	98,7
Sexo	Hombre	197	<LC	95,4	<LC	95,4	<LC	98,5	<LC	98,5
	Mujer	195	0,20	94,4	0,27	94,4	<LC	99,0	<LC	99,0
Edad	<30 años	71	0,20	94,4	0,19	94,4	<LC	98,6	<LC	98,6
	30-39 años	173	0,20	93,1	0,23	93,1	<LC	98,8	<LC	98,8
	40-49 años	96	<LC	96,9	<LC	96,9	<LC	99,0	<LC	99,0
	>49 años	52	<LC	98,1	<LC	98,1	<LC	98,1	<LC	98,1
Área	Galicia	31	<LC	100,0	<LC	100,0	<LC	100,0	<LC	100,0
	Asturias-Cantabria	20	0,60	95,0	0,31	95,0	<LC	100,0	<LC	100,0
	País Vasco	40	0,20	92,5	0,24	92,5	0,10	95,0	0,21	95,0
	Navarra-La Rioja-Aragón	23	0,90	91,3	0,40	91,3	<LC	95,7	<LC	95,7
	Cataluña	67	0,30	92,5	0,33	92,5	<LC	98,5	<LC	98,5
	Castilla y León	18	0,10	94,4	0,14	94,4	<LC	100,0	<LC	100,0
	Madrid	28	<LC	100,0	<LC	100,0	<LC	100,0	<LC	100,0
	Cast.-Man.-Extremadura	36	0,20	94,4	0,17	94,4	<LC	100,0	<LC	100,0
	C. Valenciana-Baleares	51	<LC	96,1	<LC	96,1	<LC	98,0	<LC	98,0
	Andalucía-Ceuta	37	0,20	91,9	0,21	91,9	<LC	100,0	<LC	100,0
Murcia	27	<LC	100,0	<LC	100,0	<LC	100,0	<LC	100,0	
Islas Canarias	14	0,60	92,9	0,38	92,9	<LC	100,0	<LC	100,0	

Tabla 9.2.18. Media aritmética (MA) media geométrica (MG) y percentiles seleccionados de la concentración de MEHP en orina para la población estudiada ($\mu\text{g/L}$). Porcentaje de muestras por debajo del límite de cuantificación (LC). LC= 0,50 $\mu\text{g/L}$.

Variable	Grupo	N	MA	MG	P10	P25	P50	P75	P90	P95	<LC (%)
Total		392	15,40 (0,88 - 29,93)	5,73 (4,84 - 6,77)	1,70	3,00	5,50	10,00	20,30	26,50	0,80
Sexo	Hombre	197	21,73 (-4,26 - 47,72)	6,28 (4,75 - 8,30)	1,80	3,00	5,80	10,90	22,50	34,60	0,50
	Mujer	195	7,27 (6,28 - 8,25)	5,09 (4,41 - 5,87)	1,60	2,90	4,80	9,30	17,00	20,80	1,00
Edad	<30 años	71	9,50 (7,20 - 11,79)	6,20 (4,78 - 8,04)	1,60	3,10	7,40	10,00	21,30	25,10	0,00
	30-39 años	173	24,27 (-8,12 - 56,66)	6,35 (4,84 - 8,33)	2,00	3,60	5,80	10,50	19,80	22,50	0,00
	40-49 años	96	8,31 (5,60 - 11,02)	5,19 (4,01 - 6,73)	1,70	2,80	4,70	9,70	20,30	32,20	3,10
	>49 años	52	7,09 (3,07 - 11,10)	4,39 (2,88 - 6,69)	1,20	2,00	4,40	7,90	19,20	34,60	0,00
Área	Galicia	31	8,08 (5,16 - 11,01)	5,46 (3,59 - 8,29)	1,90	3,70	5,70	10,80	16,00	19,30	0,00
	Asturias-Cantabria	20	5,28 (4,10 - 6,47)	3,15 (1,98 - 5,01)	0,80	1,70	2,80	5,60	9,20	19,50	5,00
	País Vasco	40	4,98 (3,13 - 6,84)	3,44 (2,72 - 4,36)	1,40	2,10	3,00	6,00	10,30	12,40	0,00
	Navarra-La Rioja-Aragón	23	7,23 (4,28 - 10,19)	5,12 (3,15 - 8,31)	2,30	2,40	4,80	9,60	15,90	21,60	0,00
	Cataluña	67	54,89 (-29,89 - 139,68)	10,05 (6,07 - 16,65)	2,20	3,70	8,90	22,50	32,20	797,00	1,50
	Castilla y León	18	7,63 (6,62 - 8,64)	6,79 (5,71 - 8,08)	3,00	4,80	8,00	8,80	12,40	14,40	0,00
	Madrid	28	8,04 (4,28 - 11,79)	5,77 (4,05 - 8,22)	1,70	3,90	5,90	9,40	19,50	34,60	0,00
	Cast.-Man.-Extremadura	36	11,39 (3,48 - 19,31)	7,69 (4,51 - 13,11)	2,00	4,40	7,00	14,20	26,30	40,40	0,00
	C. Valenciana-Baleares	51	6,43 (4,52 - 8,35)	4,39 (3,02 - 6,39)	1,50	2,40	4,60	8,90	12,00	20,00	2,00
	Andalucía-Ceuta	37	6,48 (3,66 - 9,30)	4,28 (2,46 - 7,48)	1,10	2,10	4,00	8,90	17,00	19,60	0,00
	Murcia	27	9,65 (-1,37 - 20,68)	5,66 (3,68 - 8,71)	1,90	3,40	5,10	7,40	14,20	45,10	0,00
	Islas Canarias	14	12,40 (3,07 - 21,74)	9,04 (3,75 - 21,78)	3,80	5,20	6,80	21,60	23,90	33,50	0,00

Tabla 9.2.19. Media aritmética (MA) media geométrica (MG) y percentiles seleccionados de la concentración de MEHP en orina ajustada a creatinina ($\mu\text{g/g creat.}$) para la población estudiada. Porcentaje de muestras por debajo del límite de cuantificación (LC). LC= 0,50 $\mu\text{g/L}$.

Variable	Grupo	N	MA	MG	P10	P25	P50	P75	P90	P95	<LC (%)
Total		392	8,85 (1,74 - 15,96)	4,09 (3,56 - 4,69)	1,38	2,33	4,06	6,83	11,71	17,74	0,80
Sexo	Hombre	197	11,40 (-1,23 - 24,03)	3,86 (3,05 - 4,88)	1,15	1,97	3,39	6,57	15,12	19,75	0,50
	Mujer	195	5,57 (4,91 - 6,23)	4,40 (3,94 - 4,90)	1,70	2,70	4,38	7,52	11,44	12,77	1,00
Edad	<30 años	71	5,86 (4,54 - 7,17)	4,04 (3,14 - 5,20)	1,11	2,21	4,49	7,67	12,99	15,12	0,00
	30-39 años	173	12,94 (-2,89 - 28,76)	4,30 (3,40 - 5,43)	1,67	2,43	4,02	6,78	10,89	16,09	0,00
	40-49 años	96	5,54 (4,07 - 7,00)	4,07 (3,39 - 4,90)	1,58	2,54	4,15	5,64	12,99	19,36	3,10
	>49 años	52	5,46 (3,13 - 7,78)	3,55 (2,39 - 5,28)	1,11	1,79	3,55	6,63	13,99	20,47	0,00
Área	Galicia	31	5,17 (3,76 - 6,59)	3,95 (3,12 - 4,99)	1,32	2,22	3,83	6,78	10,26	10,60	0,00
	Asturias-Cantabria	20	3,30 (1,76 - 4,84)	2,41 (1,22 - 4,76)	0,93	1,03	1,98	4,79	6,50	7,67	5,00
	País Vasco	40	3,73 (2,75 - 4,70)	2,87 (2,54 - 3,23)	1,18	1,70	2,67	4,71	6,78	12,02	0,00
	Navarra-La Rioja-Aragón	23	4,51 (2,55 - 6,47)	3,65 (2,24 - 5,95)	1,13	2,09	4,32	5,52	7,22	11,61	0,00
	Cataluña	67	28,01 (-13,37 - 69,40)	6,91 (4,24 - 11,25)	2,18	3,12	5,64	10,30	19,75	390,69	1,50
	Castilla y León	18	5,29 (4,22 - 6,37)	4,51 (3,56 - 5,72)	2,21	2,80	5,19	7,27	7,97	12,52	0,00
	Madrid	28	5,29 (4,21 - 6,37)	3,88 (3,21 - 4,68)	1,11	2,68	4,15	6,00	8,77	20,47	0,00
	Cast.-Man.-Extremadura	36	7,20 (2,98 - 11,42)	4,81 (2,73 - 8,47)	1,35	2,80	4,49	8,74	17,84	19,36	0,00
	C. Valenciana-Baleares	51	4,75 (3,83 - 5,67)	3,37 (2,65 - 4,29)	1,11	2,12	3,08	5,72	11,89	15,49	2,00
	Andalucía-Ceuta	37	3,97 (2,89 - 5,06)	3,05 (2,17 - 4,28)	1,15	1,90	3,13	5,02	8,61	9,23	0,00
	Murcia	27	5,94 (0,19 - 11,70)	3,83 (2,48 - 5,89)	1,65	1,89	3,61	5,43	9,05	24,25	0,00
	Islas Canarias	14	9,71 (6,59 - 12,83)	8,30 (5,66 - 12,17)	3,55	6,02	9,32	13,91	14,78	17,27	0,00

Tabla 9.2.20. Media aritmética (MA) media geométrica (MG) y percentiles seleccionados de la concentración de 5OH-MEHP en orina para la población estudiada ($\mu\text{g/L}$). Porcentaje de muestras por debajo del límite de cuantificación (LC). LC= 0,20 $\mu\text{g/L}$.

Variable	Grupo	N	MA	MG	P10	P25	P50	P75	P90	P95	<LC (%)
Total		392	43,98 (21,03 - 66,93)	24,41 (21,26 - 28,02)	8,00	14,00	24,00	44,50	73,20	101,00	0,00
Sexo	Hombre	197	56,05 (14,70 - 97,41)	28,20 (22,81 - 34,88)	9,50	14,50	27,50	50,30	86,60	124,00	0,00
	Mujer	195	28,46 (24,40 - 32,52)	20,27 (17,62 - 23,33)	6,70	11,50	21,90	32,70	62,80	83,20	0,00
Edad	<30 años	71	35,84 (25,88 - 45,80)	24,91 (19,63 - 31,62)	9,10	13,90	24,40	47,60	83,00	85,90	0,00
	30-39 años	173	55,77 (4,04 - 107,49)	25,25 (19,83 - 32,16)	9,40	15,20	23,40	39,50	69,60	109,00	0,00
	40-49 años	96	34,27 (25,97 - 42,57)	23,47 (18,44 - 29,87)	6,50	11,50	26,20	48,80	72,00	103,00	0,00
	>49 años	52	33,80 (19,06 - 48,55)	22,83 (15,59 - 33,42)	7,60	12,30	20,80	37,80	92,90	92,90	0,00
Área	Galicia	31	26,91 (19,18 - 34,65)	20,23 (12,56 - 32,58)	6,50	13,80	21,00	35,50	56,60	61,80	0,00
	Asturias-Cantabria	20	25,34 (24,42 - 26,26)	15,61 (11,25 - 21,66)	4,40	9,10	15,80	29,40	56,10	92,30	0,00
	País Vasco	40	23,57 (15,50 - 31,63)	18,13 (13,02 - 25,24)	6,80	12,10	18,00	26,20	42,00	43,80	0,00
	Navarra-La Rioja-Aragón	23	26,54 (23,52 - 29,56)	19,94 (19,20 - 20,69)	8,50	10,10	16,70	37,00	62,80	69,60	0,00
	Cataluña	67	112,07 (-21,35 - 245,50)	36,30 (22,30 - 59,06)	7,60	17,50	39,50	76,60	124,00	1230,00	0,00
	Castilla y León	18	34,46 (32,50 - 36,42)	31,05 (29,67 - 32,49)	16,60	24,10	27,40	47,10	59,00	72,00	0,00
	Madrid	28	32,65 (15,76 - 49,55)	25,26 (15,41 - 41,42)	11,30	14,50	23,40	47,60	75,20	92,90	0,00
	Cast.-Man.-Extremadura	36	44,90 (19,50 - 70,30)	34,18 (23,21 - 50,35)	12,50	24,00	33,60	50,00	86,60	128,00	0,00
	C. Valenciana-Baleares	51	25,89 (22,68 - 29,09)	18,66 (15,55 - 22,40)	6,30	11,80	18,30	31,80	48,80	70,00	0,00
	Andalucía-Ceuta	37	25,68 (19,30 - 32,05)	20,25 (14,80 - 27,69)	9,40	11,40	20,10	36,90	53,60	68,30	0,00
	Murcia	27	33,37 (0,03 - 66,71)	21,88 (12,93 - 37,03)	7,00	12,70	24,80	30,90	57,20	178,00	0,00
	Islas Canarias	14	54,67 (6,73 - 102,61)	40,57 (16,60 - 99,16)	17,50	23,10	32,20	73,70	101,00	210,00	0,00

Tabla 9.2.21. Media aritmética (MA) media geométrica (MG) y percentiles seleccionados de la concentración de 5OH-MEHP en orina ajustada a creatinina ($\mu\text{g/g creat.}$) para la población estudiada. Porcentaje de muestras por debajo del límite de cuantificación (LC). LC= 0,20 $\mu\text{g/L}$.

Variable	Grupo	N	MA	MG	P10	P25	P50	P75	P90	P95	<LC (%)
Total		392	43,98 (21,03 - 66,93)	24,41 (21,26 - 28,02)	8,00	14,00	24,00	44,50	73,20	101,00	0,00
Sexo	Hombre	197	56,05 (14,70 - 97,41)	28,20 (22,81 - 34,88)	9,50	14,50	27,50	50,30	86,60	124,00	0,00
	Mujer	195	28,46 (24,40 - 32,52)	20,27 (17,62 - 23,33)	6,70	11,50	21,90	32,70	62,80	83,20	0,00
Edad	<30 años	71	35,84 (25,88 - 45,80)	24,91 (19,63 - 31,62)	9,10	13,90	24,40	47,60	83,00	85,90	0,00
	30-39 años	173	55,77 (4,04 - 107,49)	25,25 (19,83 - 32,16)	9,40	15,20	23,40	39,50	69,60	109,00	0,00
	40-49 años	96	34,27 (25,97 - 42,57)	23,47 (18,44 - 29,87)	6,50	11,50	26,20	48,80	72,00	103,00	0,00
	>49 años	52	33,80 (19,06 - 48,55)	22,83 (15,59 - 33,42)	7,60	12,30	20,80	37,80	92,90	92,90	0,00
Área	Galicia	31	26,91 (19,18 - 34,65)	20,23 (12,56 - 32,58)	6,50	13,80	21,00	35,50	56,60	61,80	0,00
	Asturias-Cantabria	20	25,34 (24,42 - 26,26)	15,61 (11,25 - 21,66)	4,40	9,10	15,80	29,40	56,10	92,30	0,00
	País Vasco	40	23,57 (15,50 - 31,63)	18,13 (13,02 - 25,24)	6,80	12,10	18,00	26,20	42,00	43,80	0,00
	Navarra-La Rioja-Aragón	23	26,54 (23,52 - 29,56)	19,94 (19,20 - 20,69)	8,50	10,10	16,70	37,00	62,80	69,60	0,00
	Cataluña	67	112,07 (-21,35 - 245,50)	36,30 (22,30 - 59,06)	7,60	17,50	39,50	76,60	124,00	1230,00	0,00
	Castilla y León	18	34,46 (32,50 - 36,42)	31,05 (29,67 - 32,49)	16,60	24,10	27,40	47,10	59,00	72,00	0,00
	Madrid	28	32,65 (15,76 - 49,55)	25,26 (15,41 - 41,42)	11,30	14,50	23,40	47,60	75,20	92,90	0,00
	Cast.-Man.-Extremadura	36	44,90 (19,50 - 70,30)	34,18 (23,21 - 50,35)	12,50	24,00	33,60	50,00	86,60	128,00	0,00
	C. Valenciana-Baleares	51	25,89 (22,68 - 29,09)	18,66 (15,55 - 22,40)	6,30	11,80	18,30	31,80	48,80	70,00	0,00
	Andalucía-Ceuta	37	25,68 (19,30 - 32,05)	20,25 (14,80 - 27,69)	9,40	11,40	20,10	36,90	53,60	68,30	0,00
Murcia	27	33,37 (0,03 - 66,71)	21,88 (12,93 - 37,03)	7,00	12,70	24,80	30,90	57,20	178,00	0,00	
Islas Canarias	14	54,67 (6,73 - 102,61)	40,57 (16,60 - 99,16)	17,50	23,10	32,20	73,70	101,00	210,00	0,00	

Tabla 9.2.22. Media aritmética (MA) media geométrica (MG) y percentiles seleccionados de la concentración de 5oxo-MEHP en orina para la población estudiada ($\mu\text{g/L}$). Porcentaje de muestras por debajo del límite de cuantificación (LC). LC= 0,20 $\mu\text{g/L}$.

Variable	Grupo	N	MA	MG	P10	P25	P50	P75	P90	P95	<LC (%)
Total		392	28,39 (13,55 - 43,22)	15,95 (13,86 - 18,36)	5,20	9,10	16,20	27,10	46,80	60,00	0,00
Sexo	Hombre	197	35,17 (8,45 - 61,90)	17,70 (14,33 - 21,85)	6,10	9,40	17,00	29,30	55,50	76,60	0,00
	Mujer	195	19,66 (16,64 - 22,67)	13,96 (12,08 - 16,12)	4,50	8,50	14,70	22,90	43,80	53,80	0,00
Edad	<30 años	71	24,60 (18,23 - 30,97)	17,21 (13,69 - 21,64)	6,10	10,90	17,40	28,50	50,50	66,80	0,00
	30-39 años	173	35,86 (2,60 - 69,13)	16,25 (12,73 - 20,74)	5,90	9,80	15,40	25,60	43,80	64,60	0,00
	40-49 años	96	21,89 (16,50 - 27,28)	15,29 (12,02 - 19,44)	4,50	8,00	18,20	29,50	48,90	58,50	0,00
	>49 años	52	20,71 (11,68 - 29,73)	14,66 (10,24 - 20,98)	5,60	7,80	14,10	22,90	53,60	57,70	0,00
Área	Galicia	31	16,66 (9,82 - 23,49)	13,00 (7,30 - 23,15)	4,40	10,30	15,30	23,10	27,70	37,10	0,00
	Asturias-Cantabria	20	16,66 (14,45 - 18,87)	10,19 (7,42 - 14,01)	2,50	5,80	10,90	20,60	38,30	50,70	0,00
	País Vasco	40	15,92 (9,67 - 22,18)	11,93 (8,56 - 16,63)	4,10	9,40	10,90	16,70	26,40	28,00	0,00
	Navarra-La Rioja-Aragón	23	17,09 (14,11 - 20,08)	13,29 (12,59 - 14,03)	6,30	7,60	14,70	22,80	35,80	36,30	0,00
	Cataluña	67	71,14 (-14,86 - 157,14)	23,37 (14,28 - 38,26)	4,60	11,50	25,10	53,80	76,60	793,00	0,00
	Castilla y León	18	21,96 (19,93 - 23,99)	20,08 (18,52 - 21,77)	12,60	15,50	18,40	26,20	42,00	44,00	0,00
	Madrid	28	21,17 (10,62 - 31,72)	16,63 (10,19 - 27,13)	7,30	10,80	17,10	32,00	49,80	57,70	0,00
	Cast.-Man.-Extremadura	36	31,97 (13,41 - 50,52)	23,95 (16,01 - 35,84)	8,00	15,50	22,70	33,60	71,70	87,40	0,00
	C. Valenciana-Baleares	51	16,84 (14,88 - 18,80)	12,53 (10,44 - 15,02)	3,40	8,00	13,60	22,70	37,50	42,10	0,00
	Andalucía-Ceuta	37	17,09 (12,92 - 21,25)	13,04 (9,66 - 17,60)	4,80	7,30	13,30	24,10	33,30	41,80	0,00
	Murcia	27	21,83 (0,05 - 43,62)	14,53 (8,18 - 25,84)	5,20	7,70	15,20	22,30	39,70	107,00	0,00
	Islas Canarias	14	32,73 (-1,42 - 66,88)	23,38 (8,76 - 62,41)	10,50	12,00	18,80	42,80	65,70	139,00	0,00

Tabla 9.2.23. Media aritmética (MA) media geométrica (MG) y percentiles seleccionados de la concentración de 5oxo-MEHP en orina ajustada a creatinina ($\mu\text{g/g creat.}$) para la población estudiada. Porcentaje de muestras por debajo del límite de cuantificación (LC). LC= 0,20 $\mu\text{g/L}$.

Variable	Grupo	N	MA	MG	P10	P25	P50	P75	P90	P95	<LC (%)
Total		392	17,24 (10,04 - 24,44)	11,38 (10,23 - 12,66)	4,60	7,39	10,98	16,77	29,22	35,89	0,00
Sexo	Hombre	197	19,11 (6,29 - 31,93)	10,88 (9,17 - 12,92)	4,50	6,67	9,79	16,31	32,72	35,89	0,00
	Mujer	195	14,84 (13,26 - 16,41)	12,06 (11,06 - 13,15)	4,88	8,33	12,10	18,45	28,49	32,37	0,00
Edad	<30 años	71	14,98 (11,79 - 18,17)	11,22 (9,18 - 13,71)	4,00	5,57	12,62	17,78	31,24	42,18	0,00
	30-39 años	173	19,90 (3,82 - 35,97)	10,99 (8,93 - 13,52)	4,85	7,22	10,43	15,11	23,33	32,74	0,00
	40-49 años	96	14,81 (12,08 - 17,54)	11,99 (10,30 - 13,96)	4,77	8,92	13,05	16,77	29,22	35,89	0,00
	>49 años	52	15,93 (10,70 - 21,16)	11,85 (8,75 - 16,04)	4,64	7,56	9,87	20,13	34,14	40,40	0,00
Área	Galicia	31	11,58 (8,00 - 15,16)	9,41 (6,25 - 14,19)	4,00	6,52	11,74	14,47	18,93	29,21	0,00
	Asturias-Cantabria	20	9,70 (7,29 - 12,12)	7,79 (4,55 - 13,31)	2,65	3,62	10,73	12,27	14,93	16,90	0,00
	País Vasco	40	11,82 (8,88 - 14,76)	9,93 (7,76 - 12,70)	4,95	6,00	10,59	14,15	17,78	25,27	0,00
	Navarra-La Rioja-Aragón	23	10,69 (9,51 - 11,87)	9,49 (8,94 - 10,08)	4,50	7,22	9,20	12,27	15,31	21,27	0,00
	Cataluña	67	37,12 (-4,51 - 78,74)	16,07 (10,13 - 25,47)	4,28	9,92	14,70	24,07	37,30	388,72	0,00
	Castilla y León	18	14,30 (12,84 - 15,77)	13,34 (11,50 - 15,47)	6,35	10,27	15,46	18,58	19,26	22,46	0,00
	Madrid	28	13,49 (10,12 - 16,87)	11,18 (8,78 - 14,23)	4,60	7,69	10,43	18,39	28,49	34,14	0,00
	Cast.-Man.-Extremadura	36	19,92 (10,07 - 29,76)	14,99 (9,91 - 22,69)	5,70	7,96	13,65	29,59	42,74	44,78	0,00
	C. Valenciana-Baleares	51	12,59 (9,66 - 15,52)	9,62 (8,40 - 11,00)	3,76	5,00	9,69	15,59	23,33	33,05	0,00
	Andalucía-Ceuta	37	10,78 (9,87 - 11,69)	9,28 (8,41 - 10,24)	4,83	5,37	8,81	14,51	15,93	25,16	0,00
	Murcia	27	13,98 (3,15 - 24,82)	9,82 (5,52 - 17,48)	3,72	5,42	9,60	16,57	24,27	52,45	0,00
	Islas Canarias	14	26,17 (11,96 - 40,38)	21,46 (13,21 - 34,88)	9,30	15,59	20,13	30,88	40,87	87,97	0,00

Tabla 9.2.24. Media aritmética (MA) media geométrica (MG) y percentiles seleccionados de la concentración de 5cx-MEPP en orina para la población estudiada ($\mu\text{g/L}$). Porcentaje de muestras por debajo del límite de cuantificación (LC). LC= 0,20 $\mu\text{g/L}$.

Variable	Grupo	N	MA	MG	P10	P25	P50	P75	P90	P95	<LC (%)
Total		392	51,82 (16,75 - 86,89)	26,46 (23,27 - 30,08)	9,40	15,00	26,40	42,20	73,10	111,00	0,00
Sexo	Hombre	197	68,19 (3,38 - 133,00)	29,75 (24,27 - 36,46)	11,00	15,40	28,00	45,50	87,80	124,00	0,00
	Mujer	195	32,24 (26,14 - 38,34)	23,00 (20,48 - 25,83)	8,30	14,30	23,40	37,60	56,50	80,90	0,00
Edad	<30 años	71	41,31 (28,19 - 54,44)	29,26 (23,34 - 36,69)	11,80	17,60	27,40	44,30	86,20	114,00	0,00
	30-39 años	173	70,20 (-9,79 - 150,18)	26,63 (20,85 - 34,03)	10,70	15,40	24,60	38,00	73,10	120,00	0,00
	40-49 años	96	34,91 (26,21 - 43,61)	25,13 (20,15 - 31,34)	8,70	12,80	30,40	45,50	71,60	87,80	0,00
	>49 años	52	38,27 (17,67 - 58,88)	24,96 (17,65 - 35,31)	9,20	12,80	23,80	37,10	63,60	124,00	0,00
Área	Galicia	31	31,08 (24,62 - 37,54)	23,93 (16,24 - 35,28)	8,70	13,00	24,70	47,80	62,80	73,10	0,00
	Asturias-Cantabria	20	25,03 (21,62 - 28,43)	16,96 (15,92 - 18,07)	4,60	10,40	16,90	29,70	53,70	76,20	0,00
	País Vasco	40	23,86 (18,53 - 29,19)	19,39 (15,98 - 23,52)	10,30	12,30	18,50	29,00	39,20	51,00	0,00
	Navarra-La Rioja-Aragón	23	30,92 (26,91 - 34,93)	24,59 (21,99 - 27,49)	10,90	14,10	23,20	45,60	65,90	65,90	0,00
	Cataluña	67	123,02 (-41,95 - 287,99)	34,36 (22,07 - 53,51)	8,30	15,40	34,80	55,20	125,00	361,00	0,00
	Castilla y León	18	33,24 (30,60 - 35,88)	30,72 (27,38 - 34,46)	19,90	22,90	28,60	41,30	55,60	57,30	0,00
	Madrid	28	32,65 (17,62 - 47,68)	25,74 (16,56 - 40,03)	11,20	17,50	24,60	34,80	70,50	71,60	0,00
	Cast.-Man.-Extremadura	36	48,72 (25,21 - 72,23)	36,68 (27,59 - 48,75)	12,20	21,80	34,80	52,40	115,00	120,00	0,00
	C. Valenciana-Baleares	51	27,57 (25,64 - 29,51)	21,60 (17,98 - 25,93)	9,30	13,60	20,70	33,70	48,70	67,40	0,00
	Andalucía-Ceuta	37	28,22 (24,39 - 32,04)	21,48 (17,88 - 25,81)	8,40	11,40	20,60	33,60	51,30	96,50	0,00
	Murcia	27	36,98 (11,20 - 62,76)	27,21 (19,69 - 37,62)	11,50	13,70	28,70	40,10	80,90	121,00	0,00
	Islas Canarias	14	64,46 (-5,60 - 134,53)	44,33 (16,54 - 118,79)	18,80	32,00	37,10	67,10	92,90	353,00	0,00

Tabla 9.2.25. Media aritmética (MA) media geométrica (MG) y percentiles seleccionados de la concentración de 5cx-MEPP en orina ajustada a creatinina ($\mu\text{g/g creat.}$) para la población estudiada. Porcentaje de muestras por debajo del límite de cuantificación (LC). LC= 0,20 $\mu\text{g/L}$.

Variable	Grupo	N	MA	MG	P10	P25	P50	P75	P90	P95	<LC (%)
Total		392	31,43 (14,22 - 48,64)	19,24 (17,23 - 21,49)	8,35	11,49	17,93	27,28	46,44	62,82	0,00
Sexo	Hombre	197	36,45 (5,10 - 67,79)	18,44 (15,43 - 22,04)	7,89	10,83	16,84	25,40	47,89	62,82	0,00
	Mujer	195	25,43 (21,64 - 29,21)	20,25 (18,74 - 21,88)	9,62	13,33	19,55	28,49	44,49	62,39	0,00
Edad	<30 años	71	24,57 (18,56 - 30,58)	19,10 (15,77 - 23,15)	8,69	10,42	17,93	28,09	51,13	70,59	0,00
	30-39 años	173	38,39 (-0,48 - 77,27)	18,16 (14,50 - 22,76)	9,12	11,24	16,30	22,41	39,12	53,81	0,00
	40-49 años	96	24,43 (20,39 - 28,47)	20,24 (17,65 - 23,22)	8,42	14,04	20,00	27,44	48,64	54,27	0,00
	>49 años	52	30,79 (17,50 - 44,09)	21,16 (16,18 - 27,69)	6,96	11,22	20,38	35,52	67,65	76,46	0,00
Área	Galicia	31	21,23 (17,77 - 24,69)	17,60 (14,44 - 21,46)	8,23	10,88	16,82	28,49	38,87	40,16	0,00
	Asturias-Cantabria	20	15,45 (13,45 - 17,46)	13,53 (10,71 - 17,10)	6,80	8,26	16,77	19,95	24,11	25,40	0,00
	País Vasco	40	18,76 (16,27 - 21,26)	16,20 (13,99 - 18,77)	7,74	11,20	17,14	23,86	30,98	43,25	0,00
	Navarra-La Rioja-Aragón	23	20,05 (18,22 - 21,88)	18,02 (16,75 - 19,38)	10,36	11,24	16,84	23,62	31,84	32,91	0,00
	Cataluña	67	63,76 (-16,93 - 144,44)	24,01 (15,54 - 37,09)	8,22	15,00	20,42	29,23	55,78	127,11	0,00
	Castilla y León	18	22,41 (19,48 - 25,33)	20,58 (16,63 - 25,46)	13,65	16,60	22,67	28,52	34,56	41,45	0,00
	Madrid	28	21,82 (16,96 - 26,69)	17,78 (14,73 - 21,46)	9,22	12,29	15,62	23,84	42,83	62,39	0,00
	Cast.-Man.-Extremadura	36	29,89 (19,39 - 40,40)	23,38 (17,73 - 30,82)	10,09	12,56	20,61	44,20	70,59	71,70	0,00
	C. Valenciana-Baleares	51	20,61 (16,68 - 24,54)	16,41 (14,87 - 18,10)	8,42	10,16	14,88	25,73	41,36	48,64	0,00
	Andalucía-Ceuta	37	17,50 (15,73 - 19,27)	15,18 (14,02 - 16,44)	6,94	10,50	15,07	20,68	31,26	44,49	0,00
	Murcia	27	23,84 (13,08 - 34,60)	18,56 (13,55 - 25,43)	7,56	11,46	18,09	30,28	47,59	65,05	0,00
	Islas Canarias	14	53,77 (19,04 - 88,50)	41,02 (24,72 - 68,09)	17,39	27,48	40,87	54,26	108,48	223,42	0,00

Tabla 9.2.26. Media aritmética (MA) media geométrica (MG) y percentiles seleccionados de la concentración de OH-MiNP en orina para la población estudiada ($\mu\text{g/L}$). Porcentaje de muestras por debajo del límite de cuantificación (LC). LC= 0,20 $\mu\text{g/L}$.

Variable	Grupo	N	MA	MG	P10	P25	P50	P75	P90	P95	<LC (%)
Total		392	9,36 (6,32 - 12,40)	4,80 (4,10 - 5,61)	1,50	2,70	4,60	8,30	17,30	24,70	0,50
Sexo	Hombre	197	10,94 (6,13 - 15,75)	5,30 (4,34 - 6,48)	1,60	2,80	5,20	9,50	18,00	32,10	0,50
	Mujer	195	7,33 (5,67 - 8,99)	4,22 (3,50 - 5,08)	1,30	2,50	4,00	6,90	11,00	19,70	0,50
Edad	<30 años	71	7,79 (5,42 - 10,15)	5,05 (4,12 - 6,20)	1,90	3,00	4,80	8,50	12,10	32,10	1,40
	30-39 años	173	9,44 (3,49 - 15,39)	4,72 (3,67 - 6,08)	1,60	2,60	5,10	8,00	13,80	18,10	0,00
	40-49 años	96	7,84 (5,70 - 9,98)	4,62 (3,60 - 5,93)	1,30	2,40	4,10	10,70	18,00	19,30	1,00
	>49 años	52	13,84 (1,37 - 26,30)	5,04 (3,10 - 8,20)	1,10	2,80	3,90	6,40	29,30	109,00	0,00
Área	Galicia	31	22,92 (-13,10 - 58,94)	3,98 (1,54 - 10,28)	1,30	1,80	2,50	5,70	18,00	92,20	0,00
	Asturias-Cantabria	20	4,24 (1,51 - 6,98)	3,06 (2,02 - 4,62)	1,20	1,70	3,00	4,30	7,10	15,30	0,00
	País Vasco	40	7,00 (1,74 - 12,25)	3,37 (2,25 - 5,05)	1,30	1,90	3,20	4,90	8,70	17,30	0,00
	Navarra-La Rioja-Aragón	23	8,10 (4,79 - 11,41)	5,72 (3,35 - 9,77)	2,20	2,40	6,70	10,20	14,00	21,20	0,00
	Cataluña	67	10,00 (9,06 - 10,95)	5,83 (4,87 - 6,98)	1,20	2,80	6,20	13,80	18,00	32,10	3,00
	Castilla y León	18	8,06 (6,39 - 9,74)	6,05 (5,30 - 6,89)	1,90	3,90	6,50	8,60	23,80	25,00	0,00
	Madrid	28	11,39 (2,17 - 20,60)	5,49 (3,32 - 9,05)	2,40	2,90	3,90	8,70	19,30	109,00	0,00
	Cast.-Man.-Extremadura	36	14,28 (8,21 - 20,35)	7,64 (7,00 - 8,35)	3,00	4,50	6,50	10,70	32,40	46,60	0,00
	C. Valenciana-Baleares	51	5,39 (3,51 - 7,27)	3,62 (2,32 - 5,67)	1,00	2,40	3,80	5,90	9,50	18,10	0,00
	Andalucía-Ceuta	37	5,17 (2,57 - 7,78)	4,00 (2,37 - 6,75)	1,50	2,10	4,10	6,80	11,00	15,00	0,00
Murcia	27	6,25 (4,70 - 7,79)	4,94 (3,70 - 6,59)	1,50	2,70	5,10	9,50	10,30	12,80	0,00	
Islas Canarias	14	13,94 (10,50 - 17,39)	5,89 (3,13 - 11,10)	1,00	3,50	5,40	8,00	53,20	98,50	0,00	

Tabla 9.2.27. Media aritmética (MA) media geométrica (MG) y percentiles seleccionados de la concentración de OH-MiNP en orina ajustada a creatinina ($\mu\text{g/g creat.}$) para la población estudiada. Porcentaje de muestras por debajo del límite de cuantificación (LC). LC= 0,20 $\mu\text{g/L}$.

Variable	Grupo	N	MA	MG	P10	P25	P50	P75	P90	P95	<LC (%)
Total		392	5,99 (4,41 - 7,58)	3,42 (3,05 - 3,84)	1,34	1,95	2,98	5,23	10,80	17,61	0,50
Sexo	Hombre	197	6,31 (3,74 - 8,88)	3,26 (2,79 - 3,81)	1,25	1,81	2,67	5,23	10,80	19,34	0,50
	Mujer	195	5,58 (4,61 - 6,56)	3,64 (3,17 - 4,19)	1,57	2,22	3,35	5,28	10,50	13,91	0,50
Edad	<30 años	71	4,75 (3,40 - 6,10)	3,29 (2,71 - 4,00)	1,51	2,15	3,10	4,53	7,96	19,34	1,40
	30-39 años	173	5,74 (2,65 - 8,83)	3,19 (2,63 - 3,88)	1,27	1,85	2,88	4,91	7,94	12,93	0,00
	40-49 años	96	5,47 (4,17 - 6,78)	3,62 (2,98 - 4,40)	1,35	2,07	3,02	6,74	11,08	15,74	1,00
	>49 años	52	9,35 (2,01 - 16,69)	4,07 (2,59 - 6,41)	1,34	1,91	2,83	6,98	16,10	64,50	0,00
Área	Galicia	31	12,47 (-6,25 - 31,19)	2,88 (1,31 - 6,33)	1,17	1,40	2,22	3,42	10,78	52,39	0,00
	Asturias-Cantabria	20	2,79 (0,66 - 4,91)	2,34 (1,24 - 4,39)	1,37	1,74	2,13	2,77	4,11	7,97	0,00
	País Vasco	40	4,89 (1,48 - 8,32)	2,81 (1,96 - 4,03)	1,17	1,71	2,27	4,14	8,96	12,42	0,00
	Navarra-La Rioja-Aragón	23	6,74 (4,11 - 9,38)	4,09 (2,38 - 7,02)	1,22	2,07	3,17	7,94	17,07	19,10	0,00
	Cataluña	67	5,96 (5,28 - 6,65)	4,01 (3,33 - 4,82)	1,52	2,00	3,72	8,70	10,80	19,34	3,00
	Castilla y León	18	5,22 (4,01 - 6,42)	4,02 (3,40 - 4,75)	1,73	2,43	3,62	5,96	11,06	20,70	0,00
	Madrid	28	7,11 (2,51 - 11,71)	3,69 (2,66 - 5,12)	1,27	2,09	2,56	5,82	11,49	64,50	0,00
	Cast.-Man.-Extremadura	36	8,53 (5,50 - 11,56)	4,78 (3,89 - 5,88)	1,99	2,90	3,50	6,64	23,33	40,52	0,00
	C. Valenciana-Baleares	51	4,22 (2,35 - 6,09)	2,78 (2,00 - 3,87)	1,09	1,53	2,54	4,53	6,44	16,10	0,00
	Andalucía-Ceuta	37	3,31 (2,23 - 4,39)	2,85 (2,12 - 3,83)	1,50	1,95	2,97	4,03	5,47	7,00	0,00
	Murcia	27	4,36 (2,93 - 5,78)	3,34 (2,50 - 4,46)	1,45	1,57	3,61	5,79	7,98	8,06	0,00
	Islas Canarias	14	10,45 (6,78 - 14,12)	5,41 (4,72 - 6,20)	2,17	2,67	4,52	7,94	33,67	66,11	0,00

Tabla 9.2.28. Media aritmética (MA) media geométrica (MG) y percentiles seleccionados de la concentración de oxo-MiNP en orina para la población estudiada ($\mu\text{g/L}$). Porcentaje de muestras por debajo del límite de cuantificación (LC). LC= 0,20 $\mu\text{g/L}$.

Variable	Grupo	N	MA	MG	P10	P25	P50	P75	P90	P95	<LC (%)
Total		392	5,30 (4,18 - 6,43)	3,00 (2,58 - 3,49)	0,90	1,60	2,80	5,30	9,90	17,30	0,30
Sexo	Hombre	197	5,92 (4,29 - 7,54)	3,25 (2,70 - 3,91)	1,00	1,60	3,20	5,90	10,00	23,90	0,00
	Mujer	195	4,52 (3,64 - 5,40)	2,70 (2,21 - 3,30)	0,80	1,60	2,70	4,60	8,80	14,50	0,50
Edad	<30 años	71	5,47 (3,69 - 7,26)	3,37 (2,78 - 4,08)	1,30	1,90	3,20	5,00	11,70	23,90	0,00
	30-39 años	173	4,94 (2,92 - 6,96)	2,89 (2,22 - 3,77)	1,00	1,60	2,80	5,30	9,50	11,10	0,00
	40-49 años	96	4,88 (3,24 - 6,52)	2,83 (2,16 - 3,71)	0,60	1,30	2,70	6,00	10,00	14,00	1,00
	>49 años	52	7,00 (2,17 - 11,83)	3,19 (2,15 - 4,73)	0,70	1,70	3,10	4,10	26,70	43,30	0,00
Área	Galicia	31	8,72 (-3,37 - 20,80)	2,41 (1,06 - 5,50)	0,70	1,10	1,60	3,80	15,10	54,10	0,00
	Asturias-Cantabria	20	2,23 (1,18 - 3,29)	1,70 (1,10 - 2,62)	0,60	1,00	1,80	2,60	5,20	6,80	0,00
	País Vasco	40	4,04 (2,03 - 6,04)	2,13 (1,45 - 3,13)	0,60	1,20	2,10	3,50	7,20	9,10	0,00
	Navarra-La Rioja-Aragón	23	4,52 (2,72 - 6,32)	3,21 (2,00 - 5,16)	1,10	1,50	4,50	6,00	7,30	11,10	0,00
	Cataluña	67	6,87 (5,92 - 7,83)	4,12 (3,45 - 4,93)	0,80	2,40	4,10	9,00	14,00	23,90	1,50
	Castilla y León	18	5,44 (4,20 - 6,68)	3,93 (3,49 - 4,42)	1,30	2,30	4,50	5,30	16,70	18,70	0,00
	Madrid	28	5,80 (2,08 - 9,52)	3,43 (2,44 - 4,84)	1,50	1,90	2,80	5,20	10,00	43,30	0,00
	Cast.-Man.-Extremadura	36	8,77 (6,03 - 11,52)	5,07 (4,34 - 5,92)	1,70	3,10	4,90	7,00	33,90	35,20	0,00
	C. Valenciana-Baleares	51	3,63 (2,25 - 5,00)	2,23 (1,34 - 3,71)	0,50	1,40	2,30	4,20	8,80	10,30	0,00
	Andalucía-Ceuta	37	3,25 (1,51 - 4,98)	2,38 (1,33 - 4,26)	1,00	1,40	2,50	4,10	5,70	9,90	0,00
	Murcia	27	3,57 (2,06 - 5,09)	2,80 (1,82 - 4,30)	0,90	1,40	3,10	5,00	7,40	8,30	0,00
	Islas Canarias	14	6,86 (5,78 - 7,94)	3,41 (1,71 - 6,79)	0,70	1,90	3,10	5,50	31,30	34,80	0,00

Tabla 9.2.29. Media aritmética (MA) media geométrica (MG) y percentiles seleccionados de la concentración de oxo-MiNP en orina ajustada a creatinina ($\mu\text{g/g creat.}$) para la población estudiada. Porcentaje de muestras por debajo del límite de cuantificación (LC). LC= 0,20 $\mu\text{g/L}$.

Variable	Grupo	N	MA	MG	P10	P25	P50	P75	P90	P95	<LC (%)
Total		392	3,45 (2,85 - 4,04)	2,14 (1,92 - 2,38)	0,77	1,27	1,84	3,57	6,78	13,94	0,30
Sexo	Hombre	197	3,41 (2,52 - 4,31)	2,00 (1,73 - 2,31)	0,71	1,11	1,63	3,43	5,95	14,40	0,00
	Mujer	195	3,49 (2,96 - 4,02)	2,33 (2,03 - 2,69)	0,94	1,39	2,10	3,68	7,39	9,72	0,50
Edad	<30 años	71	3,31 (2,28 - 4,34)	2,19 (1,83 - 2,63)	0,97	1,18	2,04	2,96	5,09	14,40	0,00
	30-39 años	173	3,11 (2,03 - 4,19)	1,96 (1,59 - 2,41)	0,76	1,25	1,60	3,33	4,86	8,45	0,00
	40-49 años	96	3,38 (2,39 - 4,37)	2,22 (1,78 - 2,77)	0,65	1,26	2,08	3,79	7,96	8,38	1,00
	>49 años	52	4,84 (2,02 - 7,65)	2,58 (1,80 - 3,70)	0,76	1,30	2,44	4,30	14,67	25,62	0,00
Área	Galicia	31	5,00 (-1,32 - 11,31)	1,75 (0,90 - 3,41)	0,68	0,78	1,26	2,90	9,04	30,74	0,00
	Asturias-Cantabria	20	1,47 (0,43 - 2,51)	1,30 (0,68 - 2,49)	0,77	0,87	1,25	1,30	2,47	3,54	0,00
	País Vasco	40	2,88 (1,45 - 4,31)	1,77 (1,30 - 2,41)	0,50	1,16	1,55	2,75	4,72	8,71	0,00
	Navarra-La Rioja-Aragón	23	3,63 (2,36 - 4,90)	2,30 (1,42 - 3,70)	0,76	1,25	2,01	5,70	6,95	12,11	0,00
	Cataluña	67	4,09 (3,40 - 4,78)	2,83 (2,37 - 3,39)	1,15	1,46	2,71	4,92	7,96	14,40	1,50
	Castilla y León	18	3,54 (2,61 - 4,47)	2,61 (2,21 - 3,08)	1,18	1,47	2,28	3,53	7,39	16,26	0,00
	Madrid	28	3,71 (2,18 - 5,24)	2,31 (2,04 - 2,61)	0,92	1,43	1,75	3,74	4,88	25,62	0,00
	Cast.-Man.-Extremadura	36	5,35 (3,31 - 7,38)	3,17 (2,54 - 3,96)	1,08	1,57	2,56	4,58	18,05	19,66	0,00
	C. Valenciana-Baleares	51	2,80 (1,50 - 4,10)	1,71 (1,17 - 2,52)	0,62	0,86	1,56	3,05	4,71	11,70	0,00
	Andalucía-Ceuta	37	2,05 (1,32 - 2,78)	1,70 (1,19 - 2,42)	0,56	1,40	1,74	2,44	3,68	4,44	0,00
	Murcia	27	2,55 (1,20 - 3,90)	1,89 (1,23 - 2,91)	0,75	1,10	1,83	3,91	4,35	4,61	0,00
	Islas Canarias	14	5,26 (5,15 - 5,38)	3,13 (2,58 - 3,79)	1,30	1,52	3,14	4,56	19,81	23,36	0,00

Tabla 9.2.30. Media aritmética (MA) media geométrica (MG) y percentiles seleccionados de la concentración de cx-MiNP en orina para la población estudiada ($\mu\text{g/L}$). Porcentaje de muestras por debajo del límite de cuantificación (LC). LC= 0,20 $\mu\text{g/L}$.

Variable	Grupo	N	MA	MG	P10	P25	P50	P75	P90	P95	<LC (%)
Total		392	16,11 (11,50 - 20,72)	9,41 (8,11 - 10,91)	3,10	5,20	8,80	15,20	29,40	36,10	0,00
Sexo	Hombre	197	17,29 (10,93 - 23,66)	10,37 (8,73 - 12,32)	3,30	6,10	9,50	18,70	29,40	34,60	0,00
	Mujer	195	14,59 (11,05 - 18,13)	8,30 (6,87 - 10,03)	2,90	4,30	7,90	13,80	26,70	37,20	0,00
Edad	<30 años	71	13,02 (10,96 - 15,08)	9,58 (8,30 - 11,06)	2,80	6,80	9,00	14,60	26,50	36,10	0,00
	30-39 años	173	15,07 (8,29 - 21,85)	9,09 (7,35 - 11,23)	3,00	5,20	8,40	15,20	26,00	31,00	0,00
	40-49 años	96	15,46 (10,03 - 20,88)	9,61 (7,31 - 12,63)	3,30	4,40	8,60	19,20	31,90	34,60	0,00
	>49 años	52	24,67 (5,97 - 43,37)	9,88 (6,54 - 14,93)	3,40	4,70	9,30	11,60	40,60	163,00	0,00
Área	Galicia	31	29,20 (-11,91 - 70,32)	8,17 (3,60 - 18,52)	2,50	3,90	7,20	11,10	26,50	265,00	0,00
	Asturias-Cantabria	20	8,88 (7,36 - 10,40)	6,98 (6,66 - 7,32)	2,30	3,60	7,70	13,20	20,40	20,50	0,00
	País Vasco	40	13,12 (8,20 - 18,05)	7,63 (6,79 - 8,58)	3,10	4,10	6,00	12,50	18,90	39,10	0,00
	Navarra-La Rioja-Aragón	23	15,77 (10,01 - 21,53)	10,74 (7,19 - 16,06)	3,60	4,80	9,90	23,40	29,40	33,50	0,00
	Cataluña	67	15,74 (11,75 - 19,73)	10,32 (8,30 - 12,83)	1,90	6,20	11,40	22,70	31,90	33,90	0,00
	Castilla y León	18	14,81 (11,07 - 18,56)	10,22 (8,59 - 12,17)	3,20	7,00	12,40	14,50	24,20	74,50	0,00
	Madrid	28	22,51 (3,72 - 41,29)	11,24 (6,27 - 20,16)	3,00	6,80	8,40	19,20	39,50	163,00	0,00
	Cast.-Man.-Extremadura	36	17,48 (16,05 - 18,91)	12,20 (11,13 - 13,38)	4,30	7,50	11,10	19,20	37,50	64,10	0,00
	C. Valenciana-Baleares	51	10,48 (7,23 - 13,73)	8,08 (5,67 - 11,50)	3,30	5,10	8,10	13,30	21,40	30,80	0,00
	Andalucía-Ceuta	37	9,80 (6,21 - 13,39)	7,63 (5,10 - 11,41)	3,20	4,20	8,00	12,90	22,30	28,00	0,00
	Murcia	27	15,52 (13,80 - 17,23)	11,66 (9,22 - 14,75)	3,80	6,50	14,20	20,30	31,40	39,90	0,00
	Islas Canarias	14	28,76 (20,61 - 36,91)	11,50 (5,81 - 22,76)	2,10	5,20	10,20	12,30	144,00	171,00	0,00

Tabla 9.2.31. Media aritmética (MA) media geométrica (MG) y percentiles seleccionados de la concentración de cx-MiNP en orina ajustada a creatinina ($\mu\text{g/g creat.}$) para la población estudiada. Porcentaje de muestras por debajo del límite de cuantificación (LC). LC= 0,20 $\mu\text{g/L}$.

Variable	Grupo	N	MA	MG	P10	P25	P50	P75	P90	P95	<LC (%)
Total		392	10,73 (8,33 - 13,13)	6,71 (6,05 - 7,44)	2,87	3,87	5,81	10,27	19,26	32,87	0,00
Sexo	Hombre	197	10,29 (6,76 - 13,80)	6,38 (5,59 - 7,27)	2,60	3,60	5,50	9,59	18,01	26,59	0,00
	Mujer	195	11,30 (9,14 - 13,46)	7,17 (6,23 - 8,25)	3,08	4,24	6,26	10,71	20,63	32,87	0,00
Edad	<30 años	71	8,02 (7,06 - 8,97)	6,25 (5,58 - 6,99)	2,54	4,14	6,20	10,69	13,68	18,01	0,00
	30-39 años	173	9,65 (5,96 - 13,34)	6,14 (5,19 - 7,27)	2,81	3,70	5,20	9,05	14,97	26,22	0,00
	40-49 años	96	11,30 (8,19 - 14,41)	7,54 (6,04 - 9,41)	2,90	4,44	7,27	11,30	20,90	41,08	0,00
	>49 años	52	16,75 (5,72 - 27,77)	7,98 (5,50 - 11,58)	3,00	3,83	6,18	11,70	24,50	96,45	0,00
Área	Galicia	31	16,84 (-4,97 - 38,65)	5,91 (3,04 - 11,50)	2,33	3,11	3,91	6,58	15,98	135,20	0,00
	Asturias-Cantabria	20	5,79 (3,78 - 7,79)	5,33 (4,09 - 6,96)	3,53	3,83	5,46	6,35	10,68	10,69	0,00
	País Vasco	40	9,59 (5,85 - 13,33)	6,35 (5,55 - 7,27)	2,50	3,52	5,63	11,70	15,60	22,10	0,00
	Navarra-La Rioja-Aragón	23	12,88 (8,36 - 17,41)	7,67 (5,09 - 11,56)	2,40	3,40	6,42	18,01	35,85	35,85	0,00
	Cataluña	67	9,58 (6,78 - 12,39)	7,10 (5,58 - 9,01)	2,98	4,14	6,26	12,74	19,26	19,57	0,00
	Castilla y León	18	10,27 (6,91 - 13,64)	6,79 (5,66 - 8,16)	2,55	4,49	5,69	9,34	15,28	64,78	0,00
	Madrid	28	14,68 (5,71 - 23,64)	7,56 (5,26 - 10,86)	3,31	4,29	7,27	10,27	41,08	96,45	0,00
	Cast.-Man.-Extremadura	36	10,94 (8,63 - 13,24)	7,64 (7,44 - 7,84)	3,54	4,62	6,20	9,22	32,05	32,87	0,00
	C. Valenciana-Baleares	51	8,23 (5,80 - 10,67)	6,20 (4,89 - 7,86)	2,62	3,39	6,04	10,11	16,51	20,00	0,00
	Andalucía-Ceuta	37	6,41 (4,89 - 7,93)	5,43 (4,53 - 6,52)	2,94	3,87	4,70	7,15	12,56	13,13	0,00
	Murcia	27	10,54 (7,85 - 13,24)	7,88 (6,23 - 9,98)	2,94	4,09	7,03	13,91	21,79	22,93	0,00
	Islas Canarias	14	20,93 (19,22 - 22,64)	10,56 (8,76 - 12,72)	3,85	4,78	7,91	19,71	96,64	108,23	0,00

Tabla 9.2.32. Media aritmética (MA) media geométrica (MG) y percentiles seleccionados de la concentración de OH-MiDP en orina para la población estudiada ($\mu\text{g/L}$). Porcentaje de muestras por debajo del límite de cuantificación (LC). LC= 0,20 $\mu\text{g/L}$.

Variable	Grupo	N	MA	MG	P10	P25	P50	P75	P90	P95	<LC (%)
Total		392	5,16 (2,89 - 7,44)	2,86 (2,56 - 3,20)	1,00	1,60	2,70	4,80	9,00	12,00	0,30
Sexo	Hombre	197	6,95 (2,99 - 10,91)	3,63 (3,14 - 4,20)	1,20	2,00	3,30	5,50	11,90	20,60	0,00
	Mujer	195	2,87 (2,43 - 3,31)	2,11 (1,84 - 2,41)	0,80	1,30	2,10	3,40	6,10	8,50	0,50
Edad	<30 años	71	3,31 (2,65 - 3,97)	2,63 (2,19 - 3,16)	1,30	1,80	2,70	3,90	5,90	8,50	0,00
	30-39 años	173	4,06 (3,24 - 4,88)	2,81 (2,37 - 3,33)	1,00	1,80	2,60	4,30	8,00	12,00	0,00
	40-49 años	96	3,91 (3,16 - 4,66)	2,71 (2,24 - 3,29)	1,00	1,30	3,00	5,20	9,30	10,40	1,00
	>49 años	52	13,38 (-3,78 - 30,53)	3,73 (2,26 - 6,16)	0,80	1,70	3,00	5,20	24,30	153,00	0,00
Área	Galicia	31	3,20 (1,63 - 4,78)	2,17 (1,47 - 3,20)	1,00	1,30	2,00	3,30	6,50	9,50	0,00
	Asturias-Cantabria	20	2,70 (2,10 - 3,29)	2,08 (1,76 - 2,44)	0,90	1,40	1,90	3,60	5,80	6,50	0,00
	País Vasco	40	3,08 (2,54 - 3,62)	2,06 (1,62 - 2,62)	0,90	1,20	1,90	2,70	10,90	11,90	0,00
	Navarra-La Rioja-Aragón	23	4,20 (1,43 - 6,98)	2,85 (1,82 - 4,47)	0,80	1,60	3,40	5,10	7,10	14,30	0,00
	Cataluña	67	4,47 (3,00 - 5,94)	3,16 (2,33 - 4,29)	0,80	2,10	4,00	5,70	6,90	12,00	1,50
	Castilla y León	18	3,37 (3,18 - 3,56)	2,81 (2,59 - 3,04)	1,00	1,80	3,00	4,70	6,10	9,00	0,00
	Madrid	28	11,53 (0,90 - 22,16)	3,62 (2,45 - 5,34)	1,30	1,90	2,50	4,80	10,40	153,00	0,00
	Cast.-Man.-Extremadura	36	4,22 (3,45 - 4,99)	3,42 (3,05 - 3,83)	1,70	2,50	3,20	5,00	7,60	13,10	0,00
	C. Valenciana-Baleares	51	3,49 (3,14 - 3,83)	2,49 (2,06 - 3,00)	1,00	1,50	2,50	3,90	7,40	11,80	0,00
	Andalucía-Ceuta	37	4,93 (3,67 - 6,19)	2,85 (2,34 - 3,48)	1,10	1,50	2,30	3,60	20,60	24,30	0,00
	Murcia	27	3,09 (1,18 - 4,99)	2,42 (1,31 - 4,46)	1,10	1,30	2,50	3,50	8,10	9,40	0,00
	Islas Canarias	14	4,70 (2,19 - 7,22)	3,48 (1,35 - 9,00)	1,10	1,40	5,20	6,00	11,30	11,40	0,00

Tabla 9.2.33. Media aritmética (MA) media geométrica (MG) y percentiles de OH-MiDP en orina ajustada a creatinina ($\mu\text{g/g creat.}$) para la población estudiada. Porcentaje de muestras por debajo del límite de cuantificación (LC). LC= 0,20 $\mu\text{g/L}$.

Variable	Grupo	N	MA	MG	P10	P25	P50	P75	P90	P95	<LC (%)
Total		392	3,29 (2,00 - 4,57)	2,04 (1,90 - 2,20)	0,95	1,27	1,91	2,88	5,24	7,69	0,30
Sexo	Hombre	197	4,09 (1,81 - 6,37)	2,23 (2,00 - 2,49)	1,00	1,32	2,06	3,23	5,65	9,95	0,00
	Mujer	195	2,26 (1,93 - 2,58)	1,82 (1,65 - 2,01)	0,90	1,21	1,73	2,67	4,12	5,00	0,50
Edad	<30 años	71	2,03 (1,70 - 2,36)	1,72 (1,49 - 1,98)	0,84	1,17	1,88	2,44	3,45	4,64	0,00
	30-39 años	173	2,53 (1,98 - 3,09)	1,90 (1,70 - 2,13)	0,98	1,28	1,62	2,44	4,81	5,88	0,00
	40-49 años	96	2,64 (2,26 - 3,02)	2,13 (1,87 - 2,43)	0,93	1,25	2,27	3,47	5,24	5,56	1,00
	>49 años	52	8,50 (-1,50 - 18,49)	3,01 (1,95 - 4,65)	1,09	1,51	2,27	3,97	14,46	90,53	0,00
Área	Galicia	31	2,08 (1,46 - 2,70)	1,57 (1,28 - 1,92)	0,70	1,06	1,51	2,41	4,48	5,00	0,00
	Asturias-Cantabria	20	1,84 (1,61 - 2,08)	1,58 (1,50 - 1,67)	0,87	1,23	1,88	2,27	3,55	3,59	0,00
	País Vasco	40	2,21 (1,70 - 2,72)	1,72 (1,41 - 2,09)	0,88	1,00	1,31	2,42	5,36	5,65	0,00
	Navarra-La Rioja-Aragón	23	2,65 (1,06 - 4,24)	2,04 (1,29 - 3,22)	1,01	1,50	1,80	3,48	5,24	7,69	0,00
	Cataluña	67	2,61 (1,87 - 3,35)	2,17 (1,70 - 2,78)	1,08	1,46	2,29	3,19	4,31	5,88	1,50
	Castilla y León	18	2,07 (1,95 - 2,18)	1,86 (1,82 - 1,91)	0,91	1,42	1,94	2,49	2,70	5,77	0,00
	Madrid	28	7,08 (1,29 - 12,88)	2,43 (1,95 - 3,04)	0,96	1,17	2,02	3,57	5,56	90,53	0,00
	Cast.-Man.-Extremadura	36	2,53 (2,23 - 2,82)	2,14 (2,12 - 2,17)	1,16	1,50	1,91	3,22	4,90	7,72	0,00
	C. Valenciana-Baleares	51	2,35 (1,93 - 2,77)	1,91 (1,83 - 1,99)	0,96	1,25	1,76	2,59	3,99	5,71	0,00
	Andalucía-Ceuta	37	3,28 (1,94 - 4,62)	2,03 (1,69 - 2,43)	0,93	1,22	1,86	2,67	9,95	14,46	0,00
Murcia	27	2,07 (0,85 - 3,30)	1,64 (0,89 - 3,02)	0,60	1,06	1,61	2,28	5,52	5,53	0,00	
Islas Canarias	14	3,81 (2,51 - 5,11)	3,20 (2,03 - 5,03)	1,52	1,63	3,09	4,65	7,65	8,70	0,00	

Tabla 9.2.34. Media aritmética (MA) media geométrica (MG) y percentiles seleccionados de la concentración de oxo-MiDP en orina para la población estudiada ($\mu\text{g/L}$). Porcentaje de muestras por debajo del límite de cuantificación (LC). LC= 0,20 $\mu\text{g/L}$.

Variable	Grupo	N	MA	MG	P10	P25	P50	P75	P90	P95	<LC (%)
Total		392	1,50 (1,05 - 1,95)	0,94 (0,83 - 1,06)	0,40	0,60	0,90	1,50	2,60	4,30	3,30
Sexo	Hombre	197	1,84 (1,11 - 2,58)	1,11 (0,98 - 1,26)	0,40	0,70	1,00	1,60	3,30	5,10	1,50
	Mujer	195	1,06 (0,87 - 1,24)	0,76 (0,64 - 0,90)	0,30	0,50	0,80	1,30	2,20	2,60	5,10
Edad	<30 años	71	1,16 (0,92 - 1,40)	0,93 (0,76 - 1,13)	0,50	0,60	0,80	1,50	2,00	2,30	1,40
	30-39 años	173	1,29 (1,00 - 1,58)	0,90 (0,75 - 1,08)	0,40	0,60	0,90	1,40	2,20	4,80	3,50
	40-49 años	96	1,32 (1,06 - 1,58)	0,93 (0,75 - 1,16)	0,30	0,60	0,90	1,60	3,20	3,30	6,20
	>49 años	52	2,95 (-0,22 - 6,12)	1,14 (0,75 - 1,75)	0,30	0,60	1,00	1,60	5,30	28,80	0,00
Área	Galicia	31	1,16 (0,95 - 1,36)	0,72 (0,49 - 1,08)	0,30	0,50	0,70	0,90	1,90	4,80	9,70
	Asturias-Cantabria	20	0,95 (0,88 - 1,02)	0,70 (0,56 - 0,86)	0,20	0,50	0,70	1,10	2,50	2,50	5,00
	País Vasco	40	1,09 (0,53 - 1,65)	0,72 (0,49 - 1,06)	0,30	0,40	0,70	1,00	2,80	3,30	0,00
	Navarra-La Rioja-Aragón	23	0,98 (0,87 - 1,09)	0,78 (0,70 - 0,86)	0,30	0,60	0,90	1,20	1,50	2,90	4,30
	Cataluña	67	1,28 (1,13 - 1,42)	0,94 (0,82 - 1,08)	0,30	0,70	1,10	1,50	2,40	2,60	7,50
	Castilla y León	18	1,26 (1,14 - 1,38)	1,09 (0,91 - 1,31)	0,50	0,80	0,90	1,60	2,60	2,80	0,00
	Madrid	28	2,60 (0,49 - 4,72)	1,11 (0,67 - 1,81)	0,40	0,70	0,90	1,50	3,30	28,80	3,60
	Cast.-Man.-Extremadura	36	1,70 (1,39 - 2,00)	1,32 (1,11 - 1,57)	0,70	0,90	1,20	1,90	3,60	4,40	0,00
	C. Valenciana-Baleares	51	1,19 (0,94 - 1,44)	0,94 (0,76 - 1,16)	0,40	0,60	1,00	1,50	2,00	2,60	0,00
	Andalucía-Ceuta	37	1,65 (1,03 - 2,26)	0,95 (0,67 - 1,35)	0,40	0,50	0,90	1,50	4,90	7,00	5,40
	Murcia	27	0,96 (0,71 - 1,20)	0,80 (0,68 - 0,94)	0,40	0,50	0,70	1,10	2,10	2,30	0,00
	Islas Canarias	14	1,26 (0,48 - 2,04)	0,98 (0,41 - 2,31)	0,40	0,40	1,20	1,60	2,40	3,20	0,00

Tabla 9.2.35. Media aritmética (MA) media geométrica (MG) y percentiles seleccionados de la concentración de oxo-MiDP en orina ajustada a creatinina ($\mu\text{g/g creat.}$) para la población estudiada. Porcentaje de muestras por debajo del límite de cuantificación (LC). LC= 0,20 $\mu\text{g/L}$.

Variable	Grupo	N	MA	MG	P10	P25	P50	P75	P90	P95	<LC (%)
Total		392	0,99 (0,74 - 1,24)	0,67 (0,62 - 0,72)	0,30	0,42	0,61	1,00	1,72	2,45	3,30
Sexo	Hombre	197	1,10 (0,68 - 1,53)	0,69 (0,62 - 0,75)	0,30	0,41	0,60	1,05	1,76	2,45	1,50
	Mujer	195	0,84 (0,74 - 0,94)	0,66 (0,58 - 0,74)	0,32	0,43	0,64	0,96	1,61	2,02	5,10
Edad	<30 años	71	0,74 (0,59 - 0,90)	0,60 (0,53 - 0,69)	0,32	0,44	0,58	0,81	1,05	1,95	1,40
	30-39 años	173	0,83 (0,62 - 1,05)	0,61 (0,54 - 0,68)	0,30	0,41	0,54	0,88	1,49	2,37	3,50
	40-49 años	96	0,92 (0,78 - 1,07)	0,73 (0,63 - 0,86)	0,30	0,47	0,81	1,15	1,62	1,76	6,20
	>49 años	52	1,94 (0,11 - 3,77)	0,92 (0,65 - 1,32)	0,29	0,38	0,85	1,24	3,15	17,04	0,00
Área	Galicia	31	0,73 (0,64 - 0,82)	0,52 (0,42 - 0,65)	0,28	0,33	0,51	0,79	1,84	2,45	9,70
	Asturias-Cantabria	20	0,84 (0,58 - 1,11)	0,53 (0,35 - 0,82)	0,24	0,36	0,47	0,91	2,82	3,42	5,00
	País Vasco	40	0,81 (0,37 - 1,25)	0,60 (0,41 - 0,86)	0,28	0,37	0,47	0,95	1,57	1,82	0,00
	Navarra-La Rioja-Aragón	23	0,66 (0,58 - 0,73)	0,55 (0,50 - 0,62)	0,34	0,43	0,58	0,98	1,10	1,13	4,30
	Cataluña	67	0,77 (0,70 - 0,84)	0,65 (0,58 - 0,72)	0,30	0,45	0,62	0,91	1,47	1,62	7,50
	Castilla y León	18	0,79 (0,73 - 0,85)	0,72 (0,64 - 0,81)	0,46	0,58	0,68	1,04	1,15	1,79	0,00
	Madrid	28	1,63 (0,53 - 2,73)	0,74 (0,57 - 0,96)	0,28	0,41	0,57	1,24	1,95	17,04	3,60
	Cast.-Man.-Extremadura	36	1,01 (0,89 - 1,14)	0,83 (0,73 - 0,94)	0,44	0,58	0,72	1,04	1,57	2,85	0,00
	C. Valenciana-Baleares	51	0,85 (0,69 - 1,02)	0,72 (0,62 - 0,83)	0,36	0,46	0,65	1,06	1,72	1,96	0,00
	Andalucía-Ceuta	37	1,12 (0,58 - 1,67)	0,68 (0,54 - 0,86)	0,30	0,33	0,58	1,03	2,37	3,37	5,40
Murcia	27	0,66 (0,52 - 0,80)	0,54 (0,46 - 0,64)	0,25	0,35	0,49	0,75	1,64	1,85	0,00	
Islas Canarias	14	1,06 (0,68 - 1,44)	0,90 (0,62 - 1,29)	0,43	0,52	0,87	1,53	2,02	2,61	0,00	

Tabla 9.2.36. Media aritmética (MA) media geométrica (MG) y percentiles seleccionados de la concentración de cx-MiDP en orina para la población estudiada ($\mu\text{g/L}$). Porcentaje de muestras por debajo del límite de cuantificación (LC). LC= 0,20 $\mu\text{g/L}$.

Variable	Grupo	N	MA	MG	P10	P25	P50	P75	P90	P95	<LC (%)
Total		392	3,81 (2,26 - 5,36)	2,39 (2,07 - 2,75)	0,90	1,50	2,30	3,80	6,20	9,40	0,00
Sexo	Hombre	197	4,97 (2,34 - 7,59)	2,94 (2,46 - 3,52)	1,10	1,70	2,70	4,40	8,40	10,80	0,00
	Mujer	195	2,32 (2,01 - 2,63)	1,82 (1,57 - 2,11)	0,80	1,20	1,90	2,90	4,60	5,70	0,00
Edad	<30 años	71	2,68 (2,12 - 3,25)	2,13 (1,71 - 2,65)	0,80	1,50	2,00	3,40	6,20	8,30	0,00
	30-39 años	173	3,04 (2,33 - 3,75)	2,23 (1,87 - 2,66)	0,90	1,30	2,20	3,60	5,40	6,40	0,00
	40-49 años	96	3,44 (2,63 - 4,25)	2,55 (2,09 - 3,11)	1,00	1,60	2,30	4,40	8,10	10,00	0,00
	>49 años	52	8,41 (-1,34 - 18,17)	3,07 (1,98 - 4,75)	0,60	1,70	2,60	4,50	9,40	88,30	0,00
Área	Galicia	31	2,88 (0,84 - 4,93)	2,00 (1,23 - 3,26)	1,10	1,30	1,80	3,00	3,70	3,80	0,00
	Asturias-Cantabria	20	2,18 (1,38 - 2,98)	1,80 (1,34 - 2,42)	0,70	1,20	2,20	2,60	3,00	5,90	0,00
	País Vasco	40	2,73 (2,46 - 3,01)	1,99 (1,91 - 2,08)	0,90	1,20	1,70	3,30	5,40	8,30	0,00
	Navarra-La Rioja-Aragón	23	2,64 (1,62 - 3,67)	2,17 (1,67 - 2,84)	1,20	1,60	2,40	3,20	4,70	4,70	0,00
	Cataluña	67	2,93 (2,09 - 3,78)	2,17 (1,66 - 2,83)	0,50	1,30	2,40	4,10	5,60	7,20	0,00
	Castilla y León	18	2,56 (1,81 - 3,31)	2,17 (1,64 - 2,86)	1,00	1,90	2,30	3,60	4,60	6,20	0,00
	Madrid	28	8,09 (0,86 - 15,32)	3,23 (1,67 - 6,28)	0,80	1,70	2,50	5,70	8,40	88,30	0,00
	Cast.-Man.-Extremadura	36	3,32 (2,84 - 3,80)	2,74 (2,46 - 3,04)	1,50	1,90	2,40	4,00	7,60	8,90	0,00
	C. Valenciana-Baleares	51	2,98 (2,80 - 3,17)	2,33 (2,14 - 2,52)	1,00	1,30	2,20	3,70	6,30	8,40	0,00
	Andalucía-Ceuta	37	3,58 (2,11 - 5,05)	2,42 (2,15 - 2,73)	1,00	1,50	2,10	3,50	9,40	9,90	0,00
	Murcia	27	2,66 (2,32 - 3,00)	2,20 (1,81 - 2,68)	0,70	1,70	2,20	3,20	5,50	6,20	0,00
	Islas Canarias	14	3,82 (1,41 - 6,22)	2,71 (1,15 - 6,39)	1,00	1,60	4,20	4,50	7,60	14,60	0,00

Tabla 9.2.37. Media aritmética (MA) media geométrica (MG) y percentiles seleccionados de la concentración de cx-MiDP en orina ajustada a creatinina ($\mu\text{g/g creat.}$) para la población estudiada. Porcentaje de muestras por debajo del límite de cuantificación (LC). LC= 0,20 $\mu\text{g/L}$.

Variable	Grupo	N	MA	MG	P10	P25	P50	P75	P90	P95	<LC (%)
Total		392	2,55 (1,69 - 3,41)	1,70 (1,53 - 1,90)	0,76	1,01	1,56	2,61	4,33	5,73	0,00
Sexo	Hombre	197	3,04 (1,54 - 4,54)	1,81 (1,55 - 2,12)	0,71	1,04	1,64	2,84	4,93	6,13	0,00
	Mujer	195	1,92 (1,63 - 2,20)	1,57 (1,41 - 1,76)	0,77	1,00	1,49	2,22	3,37	4,60	0,00
Edad	<30 años	71	1,68 (1,37 - 1,98)	1,39 (1,15 - 1,67)	0,66	0,86	1,43	1,99	3,29	3,50	0,00
	30-39 años	173	2,02 (1,44 - 2,61)	1,51 (1,31 - 1,74)	0,74	0,96	1,40	2,08	3,24	4,78	0,00
	40-49 años	96	2,51 (2,12 - 2,90)	2,00 (1,71 - 2,34)	0,87	1,25	1,92	3,26	5,03	5,90	0,00
	>49 años	52	5,45 (-0,20 - 11,11)	2,48 (1,70 - 3,61)	0,91	1,33	2,06	3,47	7,64	52,25	0,00
Área	Galicia	31	1,89 (1,06 - 2,72)	1,45 (1,06 - 1,97)	0,76	0,93	1,26	2,07	2,91	3,42	0,00
	Asturias-Cantabria	20	1,72 (1,31 - 2,13)	1,38 (1,27 - 1,49)	0,86	1,00	1,32	2,06	3,29	5,90	0,00
	País Vasco	40	2,04 (1,85 - 2,23)	1,66 (1,41 - 1,94)	0,77	0,90	1,49	2,55	4,32	4,88	0,00
	Navarra-La Rioja-Aragón	23	1,99 (1,02 - 2,96)	1,55 (1,18 - 2,05)	0,90	0,96	1,30	2,43	5,73	5,73	0,00
	Cataluña	67	1,80 (1,28 - 2,31)	1,49 (1,18 - 1,88)	0,67	0,98	1,36	2,23	2,96	4,05	0,00
	Castilla y León	18	1,60 (1,28 - 1,91)	1,44 (1,15 - 1,79)	0,65	0,86	1,64	2,22	2,62	2,95	0,00
	Madrid	28	5,02 (1,22 - 8,81)	2,17 (1,39 - 3,40)	0,62	1,32	1,86	3,47	7,64	52,25	0,00
	Cast.-Man.-Extremadura	36	1,99 (1,87 - 2,10)	1,71 (1,69 - 1,74)	0,91	1,28	1,58	2,32	3,80	5,03	0,00
	C. Valenciana-Baleares	51	2,16 (1,76 - 2,56)	1,79 (1,62 - 1,97)	0,80	1,19	1,69	2,67	3,53	5,12	0,00
	Andalucía-Ceuta	37	2,62 (1,09 - 4,14)	1,72 (1,30 - 2,28)	0,78	1,04	1,49	2,50	4,78	5,60	0,00
	Murcia	27	1,84 (1,48 - 2,20)	1,49 (1,22 - 1,82)	0,69	0,84	1,44	2,54	3,56	4,11	0,00
	Islas Canarias	14	3,12 (2,24 - 4,01)	2,49 (1,74 - 3,57)	1,09	1,26	2,22	3,63	5,59	9,24	0,00

Tabla 9.2.38. Media aritmética (MA) media geométrica (MG) y percentiles seleccionados de la concentración de OH-MiNCH en orina para la población estudiada ($\mu\text{g/L}$). Porcentaje de muestras por debajo del límite de cuantificación (LC). LC= 0,20 $\mu\text{g/L}$.

Variable	Grupo	N	MA	MG	P10	P25	P50	P75	P90	P95	<LC (%)
Total		391	10,85 (5,98 - 15,73)	1,25 (0,90 - 1,74)	0,12	0,36	0,95	3,23	20,70	51,70	5,40
Sexo	Hombre	197	11,41 (6,34 - 16,49)	1,47 (1,05 - 2,07)	0,20	0,37	1,27	3,69	22,80	47,30	5,60
	Mujer	194	10,13 (3,47 - 16,80)	1,01 (0,69 - 1,49)	0,08	0,32	0,83	2,71	17,90	51,70	5,20
Edad	<30 años	70	12,73 (0,74 - 24,72)	1,26 (0,68 - 2,37)	0,18	0,44	0,70	2,96	23,30	168,00	5,70
	30-39 años	173	10,28 (3,78 - 16,79)	1,63 (1,06 - 2,50)	0,20	0,46	1,35	3,42	16,10	45,10	2,30
	40-49 años	96	9,99 (2,88 - 17,10)	0,83 (0,49 - 1,42)	0,04	0,21	0,62	2,38	22,80	51,50	7,30
	>49 años	52	11,81 (-3,78 - 27,39)	1,07 (0,37 - 3,09)	<LC	0,30	0,98	2,71	20,70	125,00	11,50
Área	Galicia	31	4,04 (2,51 - 5,58)	1,15 (0,68 - 1,95)	0,13	0,36	1,07	2,58	17,20	22,10	3,20
	Asturias-Cantabria	19	1,08 (0,40 - 1,77)	0,77 (0,50 - 1,16)	0,20	0,46	0,57	1,63	2,37	2,68	0,00
	País Vasco	40	10,23 (-4,54 - 25,01)	1,36 (0,39 - 4,75)	0,29	0,38	1,15	2,56	17,90	30,20	2,50
	Navarra-La Rioja-Aragón	23	2,28 (0,71 - 3,85)	0,98 (0,65 - 1,48)	0,27	0,35	0,88	2,66	6,17	8,30	0,00
	Cataluña	67	11,13 (0,67 - 21,60)	1,08 (0,41 - 2,88)	<LC	0,21	1,24	3,42	16,10	125,00	11,90
	Castilla y León	18	7,09 (1,02 - 13,16)	0,92 (0,54 - 1,58)	0,20	0,27	0,75	1,01	22,80	78,40	0,00
	Madrid	28	26,79 (11,64 - 41,95)	5,63 (2,11 - 15,00)	0,52	1,02	5,46	30,60	54,40	176,00	0,00
	Cast.-Man.-Extremadura	36	12,37 (3,26 - 21,49)	1,35 (0,67 - 2,73)	0,32	0,53	0,84	2,31	8,06	84,50	0,00
	C. Valenciana-Baleares	51	13,41 (7,40 - 19,42)	1,15 (0,97 - 1,36)	0,14	0,29	0,75	6,11	23,30	51,70	5,90
	Andalucía-Ceuta	37	5,99 (-3,31 - 15,29)	0,71 (0,42 - 1,19)	<LC	0,28	0,95	2,26	3,61	4,85	13,50
	Murcia	27	1,78 (1,43 - 2,14)	0,60 (0,57 - 0,63)	0,07	0,23	0,61	1,62	6,55	9,60	7,40
	Islas Canarias	14	0,77 (0,18 - 1,37)	0,45 (0,18 - 1,15)	0,16	0,30	0,41	1,27	1,58	3,31	7,10

Tabla 9.2.39. Media aritmética (MA) media geométrica (MG) y percentiles seleccionados de la concentración de OH-MiNCH en orina ajustada a creatinina ($\mu\text{g/g creat.}$) para la población estudiada. Porcentaje de muestras por debajo del límite de cuantificación (LC). LC= 0,20 $\mu\text{g/L}$.

Variable	Grupo	N	MA	MG	P10	P25	P50	P75	P90	P95	<LC (%)
Total		391	7,45 (4,60 - 10,31)	0,89 (0,66 - 1,21)	0,12	0,26	0,72	2,26	13,91	39,62	5,40
Sexo	Hombre	197	6,58 (3,68 - 9,48)	0,90 (0,66 - 1,24)	0,12	0,25	0,80	2,54	13,91	25,75	5,60
	Mujer	194	8,57 (3,82 - 13,32)	0,88 (0,60 - 1,30)	0,12	0,29	0,65	1,92	16,70	39,62	5,20
Edad	<30 años	70	7,91 (0,56 - 15,25)	0,83 (0,46 - 1,50)	0,12	0,27	0,43	2,06	12,73	63,64	5,70
	30-39 años	173	7,20 (2,94 - 11,46)	1,10 (0,71 - 1,72)	0,13	0,32	0,98	2,60	10,89	37,78	2,30
	40-49 años	96	7,23 (1,64 - 12,82)	0,66 (0,42 - 1,04)	0,06	0,18	0,54	1,75	11,09	33,37	7,30
	>49 años	52	8,08 (-0,80 - 16,96)	0,86 (0,29 - 2,54)	<LC	0,23	0,75	2,56	17,11	67,94	11,50
Área	Galicia	31	4,94 (0,12 - 9,76)	0,83 (0,58 - 1,19)	0,15	0,24	0,60	1,60	10,41	21,88	3,20
	Asturias-Cantabria	19	0,81 (0,59 - 1,03)	0,63 (0,49 - 0,81)	0,21	0,36	0,70	1,07	1,75	1,75	0,00
	País Vasco	40	12,74 (-7,92 - 33,40)	1,13 (0,29 - 4,40)	0,16	0,42	0,86	2,49	17,52	23,59	2,50
	Navarra-La Rioja-Aragón	23	1,32 (0,36 - 2,28)	0,70 (0,46 - 1,07)	0,26	0,39	0,46	1,36	2,67	7,48	0,00
	Cataluña	67	6,40 (0,70 - 12,10)	0,74 (0,27 - 2,05)	<LC	0,15	0,76	3,54	7,89	67,94	11,90
	Castilla y León	18	5,27 (0,68 - 9,86)	0,61 (0,34 - 1,12)	0,12	0,15	0,37	1,12	9,54	68,17	0,00
	Madrid	28	15,70 (9,39 - 22,01)	3,78 (1,50 - 9,51)	0,34	0,80	2,56	17,76	37,78	101,15	0,00
	Cast.-Man.-Extremadura	36	7,66 (0,78 - 14,53)	0,85 (0,42 - 1,69)	0,19	0,29	0,72	1,48	3,73	40,62	0,00
	C. Valenciana-Baleares	51	10,82 (4,51 - 17,14)	0,88 (0,64 - 1,21)	0,11	0,29	0,51	3,26	13,91	77,16	5,90
	Andalucía-Ceuta	37	4,40 (-3,05 - 11,85)	0,50 (0,33 - 0,77)	<LC	0,15	0,82	1,51	2,62	6,33	13,50
	Murcia	27	1,11 (0,66 - 1,55)	0,41 (0,39 - 0,43)	0,07	0,26	0,40	0,84	4,71	6,62	7,40
	Islas Canarias	14	0,57 (0,29 - 0,85)	0,42 (0,27 - 0,64)	0,10	0,24	0,54	0,69	0,86	2,10	7,10

Tabla 9.2.40. Media aritmética (MA) media geométrica (MG) y percentiles seleccionados de la concentración de oxo-MiNCH en orina para la población estudiada ($\mu\text{g/L}$). Porcentaje de muestras por debajo del límite de cuantificación (LC). LC=0,20 $\mu\text{g/L}$.

Variable	Grupo	N	MA	MG	P10	P25	P50	P75	P90	P95	<LC (%)
Total		391	4,60 (3,17 - 6,04)	0,64 (0,46 - 0,90)	<LC	0,16	0,51	2,31	13,70	27,90	15,10
Sexo	Hombre	197	4,89 (3,42 - 6,36)	0,80 (0,60 - 1,08)	<LC	0,18	0,63	2,72	18,70	33,00	12,20
	Mujer	194	4,24 (1,98 - 6,49)	0,48 (0,32 - 0,74)	<LC	0,12	0,38	1,54	11,60	19,90	18,00
Edad	<30 años	70	5,32 (1,60 - 9,04)	0,60 (0,31 - 1,16)	<LC	0,12	0,45	1,44	19,30	49,70	17,10
	30-39 años	173	4,21 (2,20 - 6,22)	0,82 (0,54 - 1,26)	0,09	0,22	0,68	2,66	13,70	20,10	9,20
	40-49 años	96	4,90 (1,58 - 8,21)	0,50 (0,28 - 0,89)	<LC	0,13	0,27	1,56	8,47	33,00	20,80
	>49 años	52	4,42 (-0,37 - 9,21)	0,50 (0,20 - 1,28)	<LC	0,12	0,39	1,58	18,80	36,30	21,20
Área	Galicia	31	2,30 (1,41 - 3,18)	0,53 (0,33 - 0,85)	<LC	0,17	0,49	1,82	7,92	14,10	19,40
	Asturias-Cantabria	19	0,52 (0,00 - 1,04)	0,27 (0,16 - 0,47)	<LC	0,10	0,29	0,68	1,54	1,57	10,50
	País Vasco	40	4,93 (-2,68 - 12,53)	0,60 (0,13 - 2,71)	<LC	0,25	0,59	1,28	7,11	23,10	15,00
	Navarra-La Rioja-Aragón	23	1,33 (0,31 - 2,35)	0,43 (0,18 - 1,02)	<LC	0,13	0,41	2,55	4,48	6,03	17,40
	Cataluña	67	4,91 (2,17 - 7,65)	0,97 (0,60 - 1,58)	<LC	0,18	1,05	2,98	13,70	36,30	17,90
	Castilla y León	18	2,40 (0,31 - 4,50)	0,34 (0,13 - 0,90)	<LC	0,13	0,21	0,50	5,51	25,90	16,70
	Madrid	28	10,71 (6,68 - 14,75)	2,51 (0,68 - 9,20)	0,10	0,45	2,13	18,70	33,00	41,40	7,10
	Cast.-Man.-Extremadura	36	5,25 (0,49 - 10,01)	0,55 (0,29 - 1,05)	<LC	0,13	0,41	1,66	4,04	26,70	13,90
	C. Valenciana-Baleares	51	5,84 (3,91 - 7,77)	0,50 (0,43 - 0,59)	<LC	0,12	0,26	2,05	15,90	32,90	13,70
	Andalucía-Ceuta	37	2,47 (-0,27 - 5,21)	0,43 (0,29 - 0,64)	<LC	0,14	0,46	1,02	3,29	3,32	13,50
	Murcia	27	1,06 (0,69 - 1,44)	0,29 (0,20 - 0,42)	<LC	0,05	0,34	0,93	1,84	6,63	22,20
	Islas Canarias	14	0,30 (-0,02 - 0,62)	0,22 (0,06 - 0,76)	0,11	0,14	0,20	0,40	0,59	0,96	7,10

Tabla 9.2.41. Media aritmética (MA) media geométrica (MG) y percentiles seleccionados de la concentración de oxo-MiNCH en orina ajustada a creatinina ($\mu\text{g/g creat.}$) para la población estudiada. Porcentaje de muestras por debajo del límite de cuantificación (LC). LC= 0,20 $\mu\text{g/L}$.

Variable	Grupo	N	MA	MG	P10	P25	P50	P75	P90	P95	<LC (%)
Total		391	3,20 (2,18 - 4,22)	0,46 (0,34 - 0,63)	<LC	0,11	0,37	1,49	7,36	17,65	15,10
Sexo	Hombre	197	2,81 (1,93 - 3,69)	0,50 (0,38 - 0,65)	<LC	0,11	0,47	1,69	7,36	17,65	12,20
	Mujer	194	3,70 (1,79 - 5,62)	0,42 (0,28 - 0,64)	<LC	0,10	0,28	1,09	8,85	17,65	18,00
Edad	<30 años	70	3,46 (0,85 - 6,06)	0,39 (0,20 - 0,75)	<LC	0,10	0,30	1,29	8,85	18,83	17,10
	30-39 años	173	3,00 (1,44 - 4,56)	0,56 (0,36 - 0,87)	0,07	0,13	0,53	1,52	6,98	17,57	9,20
	40-49 años	96	3,43 (1,02 - 5,85)	0,39 (0,24 - 0,65)	<LC	0,10	0,28	1,51	7,70	17,65	20,80
	>49 años	52	3,11 (0,15 - 6,06)	0,41 (0,16 - 1,05)	<LC	0,09	0,34	1,14	15,54	19,73	21,20
Área	Galicia	31	2,97 (-0,03 - 5,97)	0,38 (0,28 - 0,52)	<LC	0,13	0,27	1,18	5,01	13,96	19,40
	Asturias-Cantabria	19	0,35 (0,08 - 0,62)	0,22 (0,15 - 0,32)	<LC	0,10	0,23	0,51	0,80	1,09	10,50
	País Vasco	40	6,04 (-4,09 - 16,17)	0,50 (0,10 - 2,50)	<LC	0,18	0,41	1,28	6,20	11,99	15,00
	Navarra-La Rioja-Aragón	23	0,72 (0,15 - 1,30)	0,30 (0,13 - 0,73)	<LC	0,13	0,25	1,30	2,00	3,14	17,40
	Cataluña	67	2,84 (1,36 - 4,32)	0,67 (0,38 - 1,17)	<LC	0,15	0,91	1,78	6,72	19,73	17,90
	Castilla y León	18	1,80 (0,20 - 3,41)	0,23 (0,08 - 0,64)	<LC	0,09	0,17	0,73	2,31	22,52	16,70
	Madrid	28	6,60 (3,35 - 9,86)	1,69 (0,50 - 5,72)	0,10	0,37	2,00	15,54	17,65	23,79	7,10
	Cast.-Man.-Extremadura	36	3,22 (-0,10 - 6,54)	0,34 (0,19 - 0,63)	<LC	0,11	0,26	0,84	2,08	12,90	13,90
	C. Valenciana-Baleares	51	4,48 (2,27 - 6,70)	0,39 (0,28 - 0,52)	<LC	0,08	0,25	0,97	10,30	25,31	13,70
	Andalucía-Ceuta	37	1,67 (-0,56 - 3,91)	0,30 (0,21 - 0,44)	<LC	0,09	0,38	0,82	1,78	2,07	13,50
	Murcia	27	0,62 (0,31 - 0,93)	0,19 (0,13 - 0,28)	<LC	0,05	0,19	0,37	1,86	3,25	22,20
	Islas Canarias	14	0,24 (0,09 - 0,40)	0,20 (0,10 - 0,43)	0,08	0,15	0,22	0,32	0,43	0,61	7,10

Tabla 9.2.42. Media aritmética (MA) media geométrica (MG) y percentiles seleccionados de la concentración de cx-MiNCH en orina para la población estudiada ($\mu\text{g/L}$). Porcentaje de muestras por debajo del límite de cuantificación (LC). LC= 0,20 $\mu\text{g/L}$.

Variable	Grupo	N	MA	MG	P10	P25	P50	P75	P90	P95	<LC (%)
Total		391	6,39 (3,26 - 9,53)	0,96 (0,74 - 1,25)	0,16	0,31	0,65	2,19	12,60	36,10	3,10
Sexo	Hombre	197	6,36 (3,47 - 9,25)	1,10 (0,85 - 1,42)	0,19	0,34	0,81	2,39	12,60	41,00	3,00
	Mujer	194	6,44 (1,62 - 11,26)	0,80 (0,57 - 1,13)	0,13	0,27	0,62	2,09	6,35	26,80	3,10
Edad	<30 años	70	9,48 (-0,54 - 19,50)	1,02 (0,57 - 1,81)	0,23	0,30	0,60	2,12	15,00	107,00	2,90
	30-39 años	173	5,61 (2,17 - 9,05)	1,12 (0,77 - 1,64)	0,20	0,37	0,84	2,16	12,60	37,10	1,20
	40-49 años	96	4,95 (1,93 - 7,97)	0,73 (0,47 - 1,14)	0,15	0,25	0,49	1,32	11,20	23,20	4,20
	>49 años	52	7,50 (-2,35 - 17,35)	0,88 (0,36 - 2,15)	0,12	0,23	0,62	2,70	8,76	79,30	7,70
Área	Galicia	31	2,64 (1,47 - 3,81)	0,80 (0,50 - 1,29)	0,07	0,35	0,95	1,63	8,56	15,20	3,20
	Asturias-Cantabria	19	1,06 (0,22 - 1,90)	0,76 (0,40 - 1,44)	0,31	0,36	0,71	1,43	2,49	2,49	0,00
	País Vasco	40	6,60 (-1,74 - 14,94)	1,21 (0,41 - 3,59)	0,27	0,34	0,94	2,36	17,50	23,20	0,00
	Navarra-La Rioja-Aragón	23	1,20 (0,52 - 1,87)	0,69 (0,51 - 0,93)	0,28	0,30	0,92	1,59	2,76	5,24	0,00
	Cataluña	67	6,70 (-0,03 - 13,42)	0,86 (0,47 - 1,56)	0,06	0,23	0,62	2,12	12,60	79,30	9,00
	Castilla y León	18	3,00 (0,51 - 5,48)	0,64 (0,32 - 1,29)	0,13	0,23	0,36	2,12	11,20	26,80	0,00
	Madrid	28	15,78 (6,94 - 24,61)	3,39 (1,50 - 7,68)	0,25	0,64	2,99	18,30	41,00	94,70	0,00
	Cast.-Man.-Extremadura	36	5,87 (2,97 - 8,77)	0,97 (0,65 - 1,45)	0,25	0,39	0,79	1,30	2,94	51,30	0,00
	C. Valenciana-Baleares	51	6,10 (4,16 - 8,04)	0,96 (0,72 - 1,28)	0,15	0,26	0,58	3,58	17,20	41,10	2,00
	Andalucía-Ceuta	37	5,40 (-4,61 - 15,41)	0,61 (0,38 - 0,98)	0,13	0,29	0,56	1,26	2,39	3,63	2,70
	Murcia	27	1,36 (0,40 - 2,31)	0,60 (0,40 - 0,89)	0,13	0,28	0,63	1,45	3,28	4,73	3,70
	Islas Canarias	14	0,66 (0,52 - 0,80)	0,33 (0,11 - 0,94)	<LC	0,22	0,36	0,51	2,70	3,19	14,30

Tabla 9.2.43. Media aritmética (MA) media geométrica (MG) y percentiles seleccionados de la concentración de cx-MiNCH en orina ajustada a creatinina ($\mu\text{g/g creat.}$) para la población estudiada. Porcentaje de muestras por debajo del límite de cuantificación (LC). LC= 0,20 $\mu\text{g/L}$.

Variable	Grupo	N	MA	MG	P10	P25	P50	P75	P90	P95	<LC (%)
Total		391	4,35 (2,46 - 6,24)	0,69 (0,54 - 0,87)	0,12	0,22	0,50	1,45	7,47	22,59	3,10
Sexo	Hombre	197	3,61 (2,03 - 5,19)	0,68 (0,54 - 0,86)	0,13	0,21	0,53	1,45	7,47	16,14	3,00
	Mujer	194	5,30 (1,96 - 8,65)	0,70 (0,50 - 0,98)	0,11	0,25	0,45	1,64	8,84	22,59	3,10
Edad	<30 años	70	6,07 (-0,84 - 12,98)	0,67 (0,39 - 1,16)	0,13	0,19	0,32	1,64	7,64	40,53	2,90
	30-39 años	173	3,80 (1,58 - 6,02)	0,76 (0,51 - 1,13)	0,14	0,27	0,58	1,33	6,18	22,59	1,20
	40-49 años	96	3,65 (1,31 - 5,98)	0,57 (0,40 - 0,84)	0,10	0,21	0,39	1,28	4,69	19,00	4,20
	>49 años	52	5,16 (-0,51 - 10,83)	0,71 (0,29 - 1,74)	0,08	0,22	0,63	2,16	7,24	43,10	7,70
Área	Galicia	31	2,82 (0,04 - 5,60)	0,58 (0,43 - 0,79)	0,11	0,24	0,50	1,06	5,42	14,43	3,20
	Asturias-Cantabria	19	0,87 (0,35 - 1,40)	0,62 (0,39 - 1,00)	0,17	0,32	0,87	1,01	1,83	1,83	0,00
	País Vasco	40	8,06 (-3,00 - 19,13)	1,01 (0,30 - 3,34)	0,15	0,32	0,92	2,13	10,72	19,00	0,00
	Navarra-La Rioja-Aragón	23	0,71 (0,33 - 1,08)	0,49 (0,36 - 0,67)	0,18	0,34	0,45	0,81	1,61	2,57	0,00
	Cataluña	67	3,83 (0,16 - 7,51)	0,59 (0,31 - 1,12)	0,09	0,14	0,39	1,23	6,18	43,10	9,00
	Castilla y León	18	2,13 (0,32 - 3,94)	0,43 (0,20 - 0,91)	0,08	0,14	0,25	1,35	4,69	23,30	0,00
	Madrid	28	8,89 (5,11 - 12,67)	2,28 (1,07 - 4,87)	0,21	0,41	2,82	9,89	22,59	54,42	0,00
	Cast.-Man.-Extremadura	36	3,59 (1,15 - 6,03)	0,61 (0,41 - 0,90)	0,17	0,27	0,41	0,84	1,81	24,66	0,00
	C. Valenciana-Baleares	51	5,09 (2,68 - 7,50)	0,74 (0,48 - 1,14)	0,14	0,22	0,44	2,22	7,64	32,41	2,00
	Andalucía-Ceuta	37	4,10 (-3,86 - 12,06)	0,44 (0,30 - 0,64)	0,08	0,17	0,43	0,75	2,34	4,19	2,70
	Murcia	27	0,85 (0,17 - 1,53)	0,40 (0,27 - 0,60)	0,13	0,24	0,35	0,75	1,61	4,78	3,70
	Islas Canarias	14	0,48 (0,45 - 0,50)	0,30 (0,17 - 0,52)	<LC	0,25	0,35	0,42	1,71	1,73	14,30

Tabla 9.2.44. Comparativa con valores descritos en otros países.

HOMBRES		BIOAMBIENT.ES		CANADÁ ¹		COREA DEL SUR ²		EEUU ³	
Compuesto	Unidades	MG	P95	MG	P95	MG	P95	MG	P95
MMP	µg/L	4,5	17,1	-	-	NA	NA	1,34	12,9
	µg/g creatinina	2,77	9,24	-	17	NA	NA	1,25	10
MEP	µg/L	265,36	2450	NA	NA	NA	NA	38,1	566
	µg/g creatinina	163,18	1553,57	NA	NA	NA	NA	35,8	455
MBzP	µg/L	8,35	59,7	8	54	3,05	19,5	4,8	37
	µg/g creatinina	5,14	41,89	6,8	39	-	-	4,49	24,7
MiBP	µg/L	32,55	97,8	14	67	NA	NA	6,54	39,3
	µg/g creatinina	20,02	53,49	12	46	NA	NA	6,13	25,8
MnBP	µg/L	20,76	68,8	21	96	24,7	111	8,14	56,9
	µg/g creatinina	12,77	35,88	18	74	-	-	7,61	34,6
MCPP	µg/L	1,64	5,6	2,1	12	NA	NA	3,52	48
	µg/g creatinina	1,01	5,34	1,8	10	NA	NA	3,29	41,5
MCHP	µg/L	-	< LC	-	0,57	NA	NA	NA	NA
	µg/g creatinina	-	< LC	-	0,55	NA	NA	NA	NA
MEHP	µg/L	6,28	34,6	2,1	11	NA	NA	1,51	9,2
	µg/g creatinina	3,86	19,75	1,7	9,3	NA	NA	1,41	7,19
5OH-MEHP	µg/L	28,2	124	14	69	18,4	73,1	NA	NA
	µg/g creatinina	17,34	63,18	12	59	-	-	NA	NA
5oxo-MEHP	µg/L	17,7	76,6	7,9	37	12,2	45,8	NA	NA
	µg/g creatinina	10,88	35,89	6,7	32	-	-	NA	NA

NA= No Analizado.¹ Health Canada, 2013; ² Choi *et al.*, 2017; ³ CDC, 2021.

MUJERES		BIOAMBIENT.ES		CANADÁ ¹		COREA DEL SUR ²		EEUU ³	
Compuesto	Unidades	MG	P95	MG	P95	MG	P95	MG	P95
MMP	µg/L	3,65	24,1	-	-	NA	NA	-	10,5
	µg/g creatinina	3,15	15,06	-	17	NA	NA	-	12,5
MEP	µg/L	285,39	2160	NA	NA	NA	NA	37,7	596
	µg/g creatinina	246,57	1555,56	NA	NA	NA	NA	51,8	646
MBzP	µg/L	7,38	33,6	7,1	58	2,6	19	4,27	33,9
	µg/g creatinina	6,38	19,3	8,1	46	-	-	5,87	28,7
MiBP	µg/L	31,27	106	13	58	NA	NA	5,52	32,7
	µg/g creatinina	27,01	96,32	15	49	NA	NA	7,58	28,5
MnBP	µg/L	19,65	75,2	19	86	22,7	103	7,14	51,8
	µg/g creatinina	16,98	47,47	22	83	-	-	9,81	44,8
MCPP	µg/L	1,27	3,7	1,7	8,6	NA	NA	2,58	27,8
	µg/g creatinina	1,09	3,58	2	8,4	NA	NA	3,55	33,7
MCHP	µg/L	-	0,2	-	0,44	NA	NA	NA	NA
	µg/g creatinina	-	0,27	-	ND	NA	NA	NA	NA
MEHP	µg/L	5,09	20,8	1,7	7,9	NA	NA	1,24	8,1
	µg/g creatinina	4,4	12,77	1,9	7,9	NA	NA	1,7	8,89
5OH-MEHP	µg/L	20,27	83,2	12	47	16,6	70,3	NA	NA
	µg/g creatinina	17,52	49,46	13	43	-	-	NA	NA
5oxo-MEHP	µg/L	13,96	53,8	7	29	12	49,5	NA	NA
	µg/g creatinina	12,06	32,37	8	26	-	-	NA	NA

NA= No Analizado. ¹ Health Canada, 2013; ² Choi *et al.*, 2017; ³ CDC, 2021.

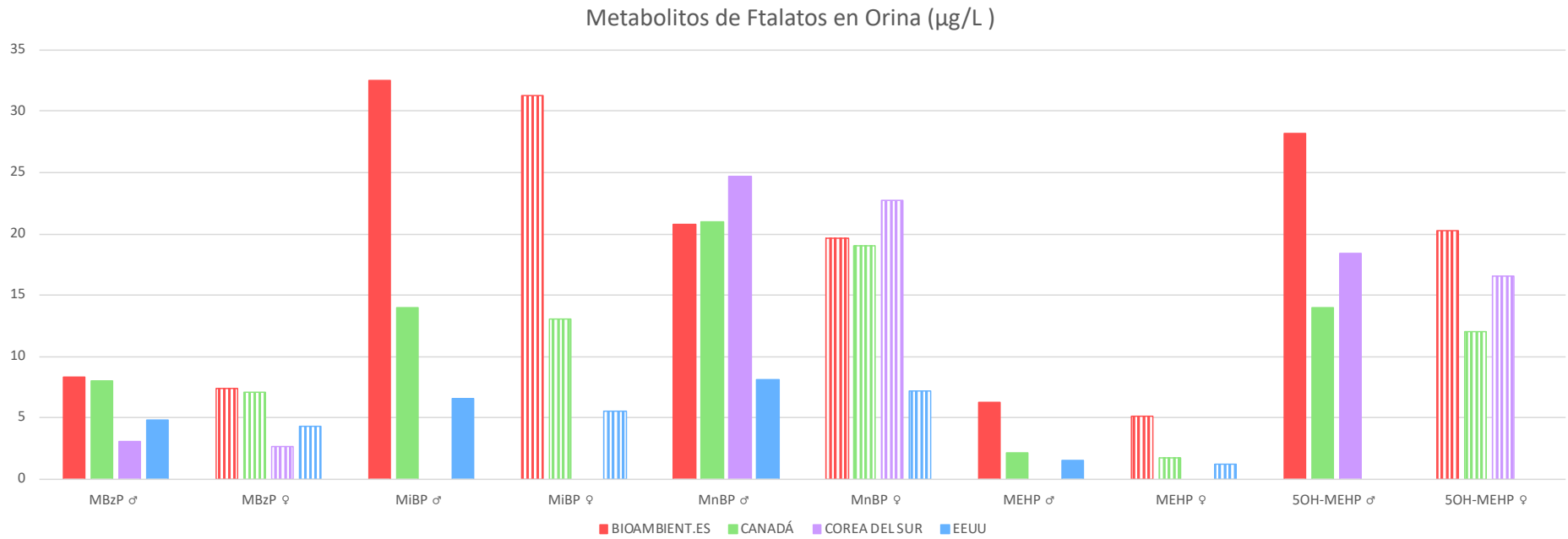


Figura 9.2.4. Gráfica comparativa de las medias geométricas (MG) obtenidas en BIOAMBIENT.ES con las descritas en otros países. Los hombres están representados en colores sólidos y las mujeres con trama de rayas.

Tabla 9.2.45. Valores guía de metabolitos de ftalatos basados en efectos en la salud

Compuesto	N° CAS	Biomarcador	Grupo de edad	Fuente	Matriz	Valor guía de biomonitorización	Valor	Unidades	Ref.
Ftalato de di- (2-etilhexilo) (DEHP)	117-81-7	Suma de 5 OH-MEHP y 5cx-MEPP	Adultos	HBM4EU (2017)	Orina	HBM HBGV	570	µg/L	2
Ftalato de di- (2-etilhexilo) (DEHP)	117-81-7	Suma de 5 OH-MEHP and 5cx-MEPP	Adultos	HBM4EU (2017)	Orina	HBM HBGV	570	µg/g creatinina	2
Ftalato de di- (2-etilhexilo) (DEHP)	117-81-7	Suma de 5 OH-MEHP y 5 oxo-MEHP	Adultos	HBM4EU (2017)	Orina	HBM HBGV	500	µg/L	2
Ftalato de di- (2-etilhexilo) (DEHP)	117-81-7	Suma de 5OH-OH-MEHP y 5 oxo-MEHP	Adultos	HBM4EU (2017)	Orina	HBM HBGV	500	µg/g creatinina	2
Ftalato de di- (2-etilhexilo) (DEHP)	117-81-7	Suma de 5OH-OH-MEHP y 5 oxo-MEHP	14 años y más	German HBM Commission (2007)	Orina	HBM-I	750	µg/L	1
Ftalato de di- (2-etilhexilo) (DEHP)	117-81-7	Suma de 5 oxo- MEHP y 5 OH-MEHP	Adultos	HBM4EU (2021)	Orina	HBM-GV _{GenPop}	0,5	mg/L	3
Ftalato de di- (2-etilhexilo) (DEHP)	117-81-7	5cx-MEPP	Adultos	HBM4EU (2021)	Orina	HBM-GV _{Worker}	0,62	mg/L	3
Tereftalato de di- (2-etilhexilo) (DEHTP)	6422-86-2	tereftalato de mono (2-etil-5-carboxipentil) (5cx-MEPTP)	6 años y más	German HBM Commission (2020)	Orina	HBM-I	2,8	mg/L	1
Ftalato de di- (2-propilheptilo) (DPHP)	53306-54-0	Suma de OH-MiDP y oxo-MiDP	6 años y más	German HBM Commission (2015)	Orina	HBM-I	1,5	mg/L	1
Ftalato de di- (2-propilheptilo) (DPHP)	53306-54-0	Suma de OH-MiDP y oxo-MiDP	Adultos	HBM4EU (2021)	Orina	HBM-GV _{GenPop}	0,5	mg/L	3
Ftalato de di- (2-propilheptilo) (DPHP)	53306-54-0	Suma de OH-MiDP y oxo-MiDP	Adultos	HBM4EU (2021)	Orina	HBM-GV _{Worker}	0,7	mg/L	3
Di (isononil) ciclohexano-1,2-dicarboxilato (DINCH)	166412-78-8	Suma de OH-MINCH y cx-MINCH	Adultos	German HBM Commission (2014)	Orina	HBM-I	4,5	mg/L	1
Di (isononil) ciclohexano-1,2-dicarboxilato (DINCH)	166412-78-8	Suma de OH-MINCH y cx-MINCH	Adultos	HBM4EU (2021)	Orina	HBM-GV _{GenPop}	4,5	mg/L	3

¹ Apel *et al.*, 2017; ² Umweltbundesamt. 2020; ³ Lange *et al.*, 2021



Figura 9.2.5. Porcentaje de participantes en BIOAMBIENT.ES con niveles de metabolitos de ftalatos y DINCH por encima del valor guía basado en salud HBM I, definido por la Comisión Alemana de Biomonitorización Humana. Suma de 5OH-MEHP y 5 oxo-MEHP: *HBM I mujeres edad fértil = 300 mg/L, HBM I hombre >14 años y resto población = 700 mg/L; Suma de OH-MiDP y oxo-MiDP: HBM I = 1,5 mg/L; Suma de OH-MINCH y oxo-MINCH: HBM I = 4,5 mg/L.

9.3. Bifenilos Policlorados (PCB)

Los bifenilos policlorados (PCB) son un grupo de hidrocarburos aromáticos policlorados, que poseen una estructura de dos anillos aromáticos unidos entre sí mediante un enlace C-C, y su nomenclatura se basa en la posición y número de cloro-sustituciones de estos anillos aromáticos. Su fórmula empírica es $C_{12}H_{(10-n)}Cl_n$ donde n puede variar entre 1 y 10. En función del número de átomos de cloro y de sus posiciones, existen 209 posibles congéneres de PCB. Su síntesis fue descrita en 1881 aunque la producción industrial de PCB comenzó en los años 30.

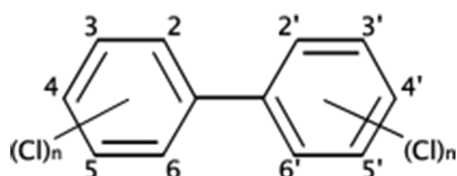


Figura 9.3.1. Estructura general de los PCB

Se han comercializado como mezclas complejas de congéneres, que recibieron distintos nombres comerciales (Aroclor, Kanechlor, Phenoclor...). Su empleo se generalizó rápidamente como consecuencia de su extraordinaria estabilidad química y su baja inflamabilidad (ATSRD, 2000). Sin embargo, al comprobarse sus efectos tóxicos sobre la salud, su uso fue prohibido en España a partir de 1986.

Las aplicaciones industriales de los PCB son múltiples: en fluidos hidráulicos, transformadores, motores eléctricos, reguladores de voltaje, bombas de vacío, cables eléctricos, lubricantes, adhesivos, plastificantes, materiales aislantes, pinturas, barnices o retardantes de llama. Además de su uso en las diferentes aplicaciones, la gestión de los residuos que los contienen (demolición de edificios, equipos eléctricos fuera de uso, desechos de materiales aislantes, etc.) representa una importante fuente de emisión al medioambiente. También se emiten PCB como subproducto en procesos industriales de combustión, y en la industria del hierro y el acero.

Su alta toxicidad, capacidad de bioacumulación en tejido graso, persistencia y ubicuidad, ha hecho que los PCB estén regulados por el [Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes](#), donde se incluyen dentro de la llamada "docena sucia".

Debido a la gran complejidad en la determinación de todos los congéneres y los bajos niveles a los que se encuentran en la población general, existe un grupo de siete PCB (28, 52, 101, 118, 138, 153 y 180), que representan los diferentes grados de cloración. Estos congéneres se denominan indicadores y son los más empleados en estudios de BMH.

En la figura 9.3.2. se representan las fuentes de exposición, la matriz biológica analizada y los posibles efectos adversos sobre la salud.

En las tablas 9.3.1-5. se presentan los resultados descriptivos para el PCB 138 (2,2',3,4,4',5'-hexaclorobifenilo), PCB 153 (2,2',4,4',5,5'-hexaclorobifenilo), PCB 180 (2,2',3,4,4',5,5'-heptaclorobifenilo) y el sumatorio de PCB 138, 153, 180, obtenidos en la totalidad de los participantes en el estudio. Los resultados se presentan en suero y están ajustados a la cantidad total de lípidos de la muestra. De los 7 PCB indicadores, el 28, 52, 101 se detectaron en menos del 5% de la población participante.

En la figura 9.3.3. se representan gráficamente los resultados del sumatorio de los PCB 138, 153, 180, en función del sexo, edad y área geográfica.

En la tabla 9.3.6. se presenta la comparativa de los valores para PCB 101, 138, 153, 180, y del sumatorio de PCB hallados en BIOAMBIENT.ES con los valores descritos en otros países.

Por el momento no se dispone de valores guía basados en efectos en la salud para estos compuestos en la población adulta, aunque se pueden consultar los equivalentes de biomonitorización (BE) en [HB2GV Dashboard](#).



Figura 9.3.2. Infografía de los bifenilos policlorados (PCB): fuentes de exposición, matriz analizada y posibles efectos adversos sobre la salud.

Sumatorio de los PCB 138,153 y 180 en suero ajustados a lípidos (ng/g)

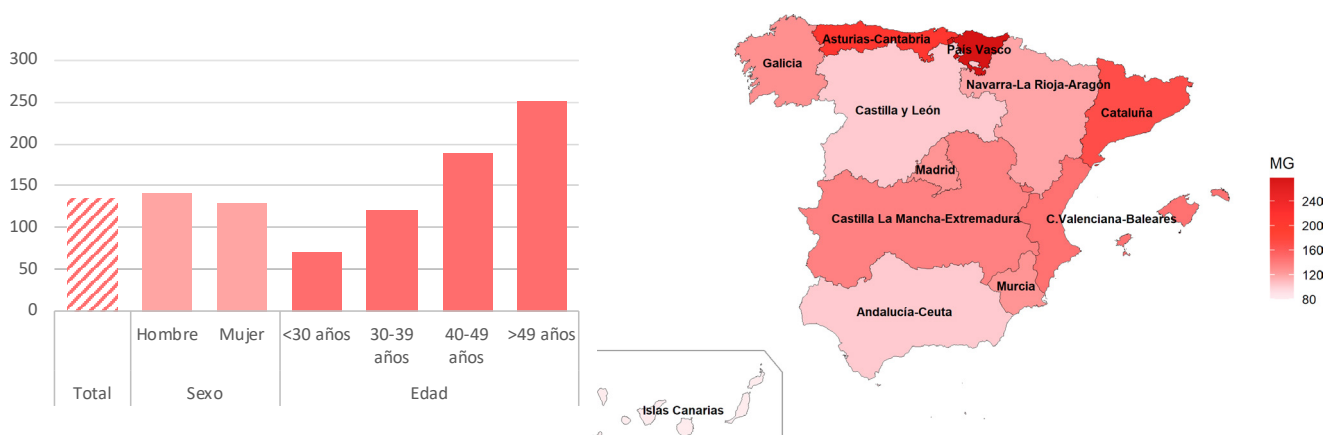


Figura 9.3.3. Representación gráfica de los resultados del sumatorio de los PCB 138, 153 y 180 ajustados a lípidos (ng/g) en función del sexo, edad y área geográfica. MG= media geométrica

Tabla 9.3.2 Media aritmética (MA) media geométrica (MG) y percentiles seleccionados de la concentración de PCB 138 en suero, valores ajustados a lípidos (ng/g) para la población estudiada. Porcentaje de muestras por debajo del límite de cuantificación (LC). LC= 0,01 µg/L.

Variable	Grupo	N	MA	MG	P10	P25	P50	P75	P90	P95	<LC (%)
Total		1879	46,37 (39,98 - 52,76)	31,89 (28,80 - 35,31)	11,19	20,06	34,70	56,17	89,16	117,52	0,90
Sexo	Hombre	963	45,77 (41,08 - 50,46)	31,92 (28,52 - 35,72)	11,18	20,06	35,25	57,09	93,04	127,48	1,50
	Mujer	916	47,15 (37,69 - 56,59)	31,85 (28,26 - 35,91)	11,35	20,05	34,31	55,76	86,74	109,08	0,20
Edad	<30 años	355	25,72 (22,42 - 29,02)	17,84 (15,28 - 20,83)	5,88	12,28	20,02	32,17	50,17	66,13	2,30
	30-39 años	772	37,67 (32,94 - 42,41)	28,34 (25,49 - 31,50)	11,37	19,44	31,91	46,30	66,68	90,94	0,90
	40-49 años	470	59,51 (46,25 - 72,76)	42,27 (37,46 - 47,70)	15,97	27,60	47,04	68,82	97,30	133,87	0,20
	>49 años	270	75,71 (67,41 - 84,01)	58,51 (53,27 - 64,26)	22,49	36,32	62,88	96,76	132,81	165,15	0,00
Área	Galicia	146	42,79 (38,06 - 47,52)	31,13 (27,30 - 35,48)	10,40	19,81	34,55	53,85	75,58	91,26	0,00
	Asturias-Cantabria	99	64,21 (41,66 - 86,75)	48,70 (31,58 - 75,09)	20,17	30,99	49,89	88,36	119,30	148,79	1,00
	País Vasco	148	79,32 (71,04 - 87,61)	60,03 (48,65 - 74,07)	25,42	39,81	65,67	95,72	161,42	200,36	1,40
	Navarra-La Rioja-Aragón	145	40,03 (32,93 - 47,13)	28,03 (22,56 - 34,84)	9,57	17,33	30,91	55,36	78,40	107,72	0,70
	Cataluña	248	58,14 (26,91 - 89,36)	37,90 (30,37 - 47,29)	14,15	22,84	36,72	61,31	105,69	157,89	0,80
	Castilla y León	154	33,15 (25,31 - 41,00)	21,88 (19,06 - 25,13)	5,40	13,05	26,47	44,73	63,78	74,49	2,60
	Madrid	197	42,66 (31,79 - 53,54)	30,25 (21,72 - 42,12)	10,54	20,08	35,07	53,94	84,23	101,45	1,50
	Cast.-Man.-Extremadura	150	44,34 (34,56 - 54,12)	31,88 (26,54 - 38,29)	10,77	20,26	30,64	56,15	86,72	119,29	0,00
	C. Valenciana-Baleares	206	48,24 (37,79 - 58,70)	36,02 (25,24 - 51,41)	12,53	23,57	41,82	64,94	89,65	114,01	1,00
	Andalucía-Ceuta	240	35,50 (22,44 - 48,57)	24,91 (17,83 - 34,79)	8,71	16,25	26,16	44,65	66,17	91,13	0,40
	Murcia	96	44,68 (29,69 - 59,67)	30,95 (22,48 - 42,61)	10,34	18,70	34,26	54,35	100,17	110,20	0,00
	Islas Canarias	50	23,21 (21,37 - 25,05)	20,30 (17,71 - 23,28)	9,70	16,09	21,78	27,85	39,05	48,05	0,00

Tabla 9.3.3. Media aritmética (MA) media geométrica (MG) y percentiles seleccionados de la concentración de PCB 153 en suero, valores ajustados a lípidos (ng/g), para la población estudiada. Porcentaje de muestras por debajo del límite de cuantificación (LC). LC= 0,01 µg/L suero.

Variable	Grupo	N	MA	MG	P10	P25	P50	P75	P90	P95	<LC (%)
Total		1879	61,5 (53,1 - 69,9)	43,61 (38,85 - 48,95)	16,10	26,90	46,53	75,33	122,03	168,77	0,60
Sexo	Hombre	963	62,5 (54,88 - 70,10)	44,23 (39,23 - 49,87)	16,51	27,18	47,78	79,00	125,75	174,47	0,90
	Mujer	916	60,3 (50,09 - 70,57)	42,82 (37,54 - 48,84)	15,37	26,40	45,57	72,97	118,03	150,70	0,30
Edad	<30 años	355	32,6 (27,25 - 37,91)	23,18 (19,78 - 27,15)	8,37	16,18	24,81	41,42	60,78	84,46	1,40
	30-39 años	772	51,1 (43,23 - 58,98)	38,58 (34,13 - 43,60)	16,10	26,15	42,53	63,30	91,88	127,66	0,90
	40-49 años	470	77,45 (66,37 - 88,52)	60,11 (53,39 - 67,69)	24,25	38,94	61,66	93,42	131,23	199,39	0,00
	>49 años	270	102,05 (89,30 - 114,80)	81,14 (73,88 - 89,11)	32,05	51,79	81,83	124,64	184,55	246,13	0,00
Área	Galicia	146	58,3 (51,31 - 65,22)	43,87 (35,78 - 53,77)	17,41	26,30	48,64	67,39	106,84	135,43	0,00
	Asturias-Cantabria	99	85,1 (59,50 - 110,63)	67,32 (47,15 - 96,10)	27,74	42,83	69,44	106,91	170,24	192,55	0,00
	País Vasco	148	109,1 (103,27 - 114,96)	84,96 (71,94 - 100,33)	40,58	56,18	88,31	137,07	219,76	295,46	1,40
	Navarra-La Rioja-Aragón	145	52,94 (46,27 - 59,60)	38,07 (31,93 - 45,39)	14,33	24,63	41,90	68,04	97,21	115,95	0,00
	Cataluña	248	79,9 (39,03 - 120,75)	56,56 (38,71 - 82,64)	21,38	32,62	54,67	91,04	176,35	235,43	0,80
	Castilla y León	154	44,5 (37,10 - 51,62)	29,59 (27,78 - 31,52)	7,20	17,09	34,79	61,20	91,65	122,00	1,90
	Madrid	197	53,09 (38,72 - 67,47)	39,82 (28,09 - 56,45)	14,77	25,84	45,64	68,95	107,63	127,66	1,00
	Cast.-Man.-Extremadura	150	56,8 (46,33 - 67,30)	43,06 (39,20 - 47,30)	16,66	26,08	40,53	74,20	106,49	133,30	0,00
	C. Valenciana-Baleares	206	64,8 (50,06 - 79,53)	48,17 (33,68 - 68,90)	16,70	32,53	54,56	89,69	125,75	170,08	1,00
	Andalucía-Ceuta	240	46,84 (29,70 - 63,98)	33,08 (23,96 - 45,69)	12,05	20,56	34,76	60,57	91,47	122,03	0,40
	Murcia	96	56,24 (37,00 - 75,47)	39,85 (29,67 - 53,52)	12,64	23,50	43,46	72,46	126,91	134,37	0,00
	Islas Canarias	50	29,42 (28,64 - 30,20)	26,25 (24,32 - 28,34)	12,48	20,60	28,74	36,44	43,24	62,54	0,00

Tabla 9.3.4. Media aritmética (MA) media geométrica (MG) y percentiles seleccionados de la concentración de PCB 180 en suero, valores ajustados a lípidos (ng/g), para la población estudiada. Porcentaje de muestras por debajo del límite de cuantificación (LC). LC= 0,005 µg/L.

Variable	Grupo	N	MA	MG	P10	P25	P50	P75	P90	P95	<LC (%)
Total		1879	79,60 (67,89 - 91,32)	55,97 (49,56 - 63,21)	19,34	32,44	59,06	99,74	159,27	211,84	0,10
Sexo	Hombre	963	83,47 (72,23 - 94,72)	59,12 (51,81 - 67,46)	20,37	33,15	62,97	106,48	171,49	228,76	0,10
	Mujer	916	74,63 (61,07 - 88,19)	52,17 (45,55 - 59,77)	18,46	31,01	55,06	90,38	139,47	186,27	0,00
Edad	<30 años	355	35,71 (30,10 - 41,32)	26,17 (22,99 - 29,79)	9,59	17,62	25,44	42,71	67,38	91,47	0,30
	30-39 años	772	64,53 (54,50 - 74,56)	50,42 (44,27 - 57,43)	21,22	33,15	53,54	80,66	121,08	163,45	0,00
	40-49 años	470	107,22 (86,80 - 127,63)	81,38 (70,23 - 94,29)	32,86	53,79	85,73	124,90	189,02	282,69	0,00
	>49 años	270	132,29 (117,51 - 147,06)	106,15 (96,92 - 116,26)	43,62	71,08	114,22	164,56	239,14	314,67	0,00
Área	Galicia	146	67,00 (58,20 - 75,79)	50,04 (41,71 - 60,03)	19,52	31,06	55,52	84,11	123,96	157,74	0,00
	Asturias-Cantabria	99	117,51 (89,71 - 145,31)	89,32 (68,58 - 116,32)	34,78	55,30	93,04	151,52	239,44	269,94	0,00
	País Vasco	148	152,11 (133,73 - 170,50)	121,46 (103,49 - 142,55)	48,02	76,75	119,38	194,14	309,36	379,56	0,00
	Navarra-La Rioja-Aragón	145	75,58 (54,95 - 96,21)	49,43 (39,67 - 61,58)	14,98	29,86	56,25	94,93	167,88	209,43	0,70
	Cataluña	248	99,65 (40,64 - 158,65)	69,88 (43,62 - 111,93)	23,79	41,30	74,05	113,44	199,77	268,21	0,00
	Castilla y León	154	61,35 (51,88 - 70,83)	44,39 (35,16 - 56,04)	15,90	24,87	47,80	77,22	123,55	171,83	0,00
	Madrid	197	70,78 (50,45 - 91,11)	51,44 (35,46 - 74,60)	16,87	29,50	56,15	99,97	135,62	164,56	0,00
	Cast.-Man.-Extremadura	150	82,17 (61,92 - 102,41)	58,74 (47,72 - 72,30)	23,36	30,74	63,41	101,58	166,77	228,76	0,00
	C. Valenciana-Baleares	206	79,13 (56,77 - 101,49)	58,85 (41,86 - 82,75)	20,91	36,49	67,02	107,52	144,10	186,27	0,00
	Andalucía-Ceuta	240	57,29 (42,32 - 72,25)	42,86 (33,84 - 54,29)	18,32	27,18	44,70	71,28	99,82	124,80	0,00
	Murcia	96	75,92 (47,57 - 104,28)	52,53 (42,83 - 64,44)	14,89	31,75	54,71	91,69	172,13	239,14	0,00
	Islas Canarias	50	35,64 (33,35 - 37,93)	31,50 (31,15 - 31,84)	15,63	21,68	34,97	44,54	59,99	70,02	0,00

Tabla 9.3.5 Media aritmética (MA) media geométrica (MG) y percentiles seleccionados de la concentración del sumatorio del PCB 138, 153 y 180 en suero, valores ajustados a lípidos (ng/g), para la población estudiada. LC= 0,005 µg/L.

Variable	Grupo	N	MA	MG	P10	P25	P50	P75	P90	P95	<LC (%)
Total		1879	187,52 (161,20 - 213,84)	135,42 (120,62 - 152,04)	48,94	81,90	143,61	230,12	359,43	482,18	0,00
Sexo	Hombre	963	191,73 (168,54 - 214,92)	139,86 (123,66 - 158,19)	49,78	84,97	147,20	237,53	374,60	556,03	0,00
	Mujer	916	182,10 (149,01 - 215,19)	129,93 (114,10 - 147,95)	46,56	79,32	137,54	218,16	342,41	437,91	0,00
Edad	<30 años	355	94,02 (80,40 - 107,63)	70,00 (61,17 - 80,10)	25,29	46,12	71,74	114,65	183,45	232,06	0,00
	30-39 años	772	153,30 (130,85 - 175,76)	120,59 (106,37 - 136,70)	51,41	81,50	128,51	188,67	277,04	365,87	0,00
	40-49 años	470	244,17 (200,00 - 288,34)	188,93 (166,06 - 214,94)	78,13	129,69	194,97	282,88	399,68	612,02	0,00
	>49 años	270	310,04 (275,46 - 344,63)	250,84 (229,31 - 274,40)	98,88	166,35	259,98	367,08	565,28	711,65	0,00
Área	Galicia	146	168,05 (149,66 - 186,44)	128,42 (107,20 - 153,83)	52,31	80,75	147,80	203,94	306,54	377,35	0,00
	Asturias-Cantabria	99	266,78 (190,87 - 342,68)	208,81 (150,09 - 290,51)	73,13	115,55	218,38	351,27	541,96	631,64	0,00
	País Vasco	148	340,55 (310,39 - 370,71)	277,32 (244,54 - 314,49)	117,89	180,91	267,14	430,39	637,00	830,77	0,00
	Navarra-La Rioja-Aragón	145	168,54 (135,18 - 201,90)	118,07 (96,08 - 145,10)	41,80	74,02	136,08	219,13	341,68	432,18	0,00
	Cataluña	248	237,68 (106,68 - 368,67)	170,29 (112,39 - 258,00)	65,32	104,42	168,93	261,81	470,47	642,77	0,00
	Castilla y León	154	138,87 (114,38 - 163,35)	102,46 (80,65 - 130,18)	33,22	58,81	113,09	183,13	278,53	383,53	0,00
	Madrid	197	166,54 (121,88 - 211,20)	125,93 (89,55 - 177,10)	42,91	76,65	145,69	218,16	326,67	359,43	0,00
	Cast.-Man.-Extremadura	150	183,32 (143,98 - 222,66)	136,55 (116,92 - 159,47)	53,68	78,77	138,09	229,08	336,90	524,65	0,00
	C. Valenciana-Baleares	206	192,17 (145,59 - 238,75)	146,59 (104,04 - 206,55)	52,75	100,36	163,24	261,99	366,48	475,74	0,00
	Andalucía-Ceuta	240	139,63 (94,54 - 184,72)	102,58 (77,29 - 136,16)	39,84	64,78	111,76	175,56	259,98	338,67	0,00
Murcia	96	176,84 (114,26 - 239,43)	126,04 (98,38 - 161,47)	37,71	78,13	133,07	221,36	371,22	460,23	0,00	
Islas Canarias	50	88,27 (87,94 - 88,60)	78,94 (74,23 - 83,94)	38,82	59,33	85,10	112,24	129,33	171,66	0,00	

Tabla 9.3.6. Comparativa con otros países

HOMBRES		BIOAMBIENTES		FRANCIA ¹	
Compuesto	Unidades	MG	P95	MG	P95
PCB 101	ng/g lípidos	-	<LC	1,07	3,75
PCB 138	ng/g lípidos	31,92	127,48	64,2	174
PCB 153	ng/g lípidos	44,23	174,47	105,2	286,2
PCB 180	ng/g lípidos	59,12	228,76	96,8	287,3
SUMA PCB	ng/g lípidos	139,86	556,03	458,7	1243,6

MUJERES		BIOAMBIENTES		FRANCIA ¹	
Compuesto	Unidades	MG	P95	MG	P95
PCB 101	ng/g lípidos	-	43,34	1,08	3,64
PCB 138	ng/g lípidos	31,85	109,08	77,4	193,9
PCB 153	ng/g lípidos	42,82	150,7	121,1	281
PCB 180	ng/g lípidos	52,17	186,27	90,9	224,1
SUMA PCB	ng/g lípidos	129,93	437,91	497,5	1168,5

¹ Fréry *et al.*, 2011.

9.4. Plaguicidas organoclorados

Bajo el nombre de plaguicidas organoclorados (OCP) se agrupa un número considerable de compuestos sintéticos cuya estructura química, en general, corresponde a la de los hidrocarburos clorados. Los OCP presentan estructuras químicas muy diferentes entre sí, pero en general, en el esqueleto del hidrocarburo, se sustituyen uno o más átomos de hidrógeno por átomos de cloro. En función de su estructura se podrían dividir en tres grupos:

- Dicloro difenil tricloroetano (DDT) y compuestos análogos
- Ciclodienoclorados (aldrín, dieldrín, endrín, heptacloro)
- Hexaclorociclohexanos (HCHs)

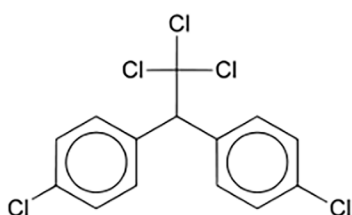


Figura 9.4.1. Estructura química del DDT

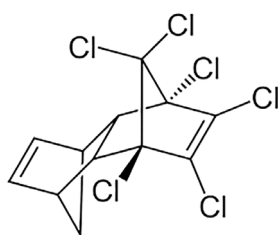


Figura 9.4.2. Estructura química del aldrín

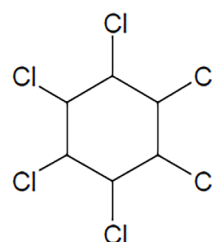


Figura 9.4.3. Estructura química del HCH

La mayoría de estos compuestos se caracterizan por ser sólidos a temperatura ambiente y altamente lipófilos. Poseen una baja presión de vapor y una alta estabilidad química, así como una notable resistencia a su degradación por los microorganismos.

Son considerados contaminantes orgánicos persistentes, altamente tóxicos y, por lo tanto, se encuentran regulados a nivel global en el marco del Convenio de Estocolmo quedando su uso y aplicación prohibida o limitada a determinadas aplicaciones para las que no existen alternativas viables, como por ejemplo el empleo de DDT para la lucha contra la malaria. En la Unión Europea están regulados mediante el [Reglamento \(CE\) N° 850/2004](#).

En la figura 9.4.4. se describen gráficamente las fuentes de exposición, la matriz analizada y los posibles efectos adversos en la salud de estas sustancias.

En la población estudiada en BIOAMBIENT.ES se han determinado 12 plaguicidas organoclorados, estando más del 50% de los participantes por debajo de los límites de cuantificación para la mayor parte de ellos, a excepción del HCB y el 4,4-DDE.

En la figura 9.4.5. se representan gráficamente los resultados del HCB y del 4,4-DDE en suero ajustados a lípidos, en función del sexo, edad y área geográfica.

En las tablas 9.4.1-4. se presentan los resultados descriptivos en suero ajustados a lípidos (ng/g) de la población estudiada, de los siguientes OCP: heptacloro epóxido, dieldrín; β -HCH, γ -HCH, 4,4-DDT,

2,4-DDE, 4,4-DDE y HCB. Los niveles de α -HCH (LC= 0,01 $\mu\text{g/L}$), Aldrín, (LC= 0,03 $\mu\text{g/L}$), Endrin, 4,2-DDT y Heptacloro (LC= 0,06 $\mu\text{g/L}$) estuvieron por debajo del límite de cuantificación para el 99% de la población estudiada.

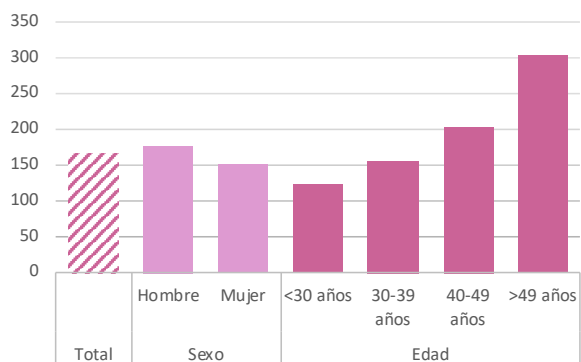
En la tabla 9.4.5. se presenta la comparativa de los niveles de β -HCH, γ -HCH y HCB hallados en la población de BIOAMBIENT.ES con los valores descritos en otros países.

Por el momento no se dispone de valores guía basados en efectos en la salud para población adulta, aunque se pueden consultar los equivalentes de biomonitorización (BE) en [HB2GV Dashboard](#).



Figura 9.4.4. Infografía de los plaguicidas organoclorados (OCP): principales fuentes de exposición, matriz analizada y los posibles efectos adversos sobre la salud.

4,4-DDE en suero ajustados a lípidos (ng/g)



HCB en suero, ajustados a lípidos (ng/g)

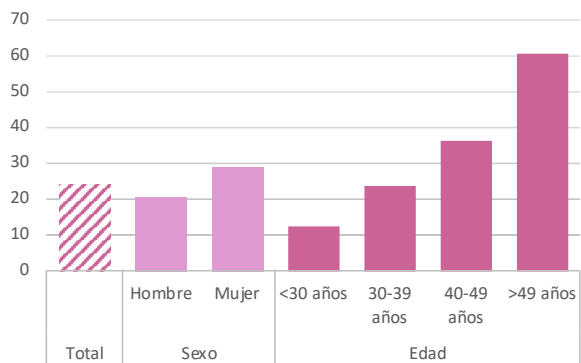


Figura 9.4.5. Representación gráfica de los resultados del HCB y del 4,4 DDE en suero ajustados a lípidos (ng/g) en función del sexo, edad y área geográfica. MG= media geométrica.

Tabla 9.4.1. Percentiles seleccionados de la concentración de heptacloro epóxido, dieldrin, β -HCH, γ -HCH en suero, valores ajustados a lípidos (ng/g), para la población estudiada. Porcentaje de muestras por debajo del límite de cuantificación (LC). LC heptacloro epóxido = 0,03 μ g/L; LC dieldrin = 0,03 μ g/L; LC β -HCH = 0,24 μ g/L; LC γ -HCH = 0,6 μ g/L.

Variable	Grupo	N	Heptacloro epóxido			Dieldrín				β -HCH			γ -HCH		
			P90	P95	<LC (%)	P75	P90	P95	<LC (%)	P90	P95	<LC (%)	P90	P95	<LC (%)
Total		934	<LC	15,9	90,6	<LC	19,34	23,09	83,20	59,56	116,76	87,70	<LC	49,39	91,50
Sexo	Hombre	602	8,88	23,7	87,0	<LC	21,33	24,99	75,70	68,14	119,53	85,70	<LC	57,36	91,00
	Mujer	332	<LC	<LC	97,0	<LC	<LC	<LC	96,70	<LC	81,69	91,30	<LC	43,56	92,50
Edad	<30 años	197	<LC	6,86	94,9	<LC	21,90	23,89	84,80	<LC	64,91	91,90	<LC	<LC	96,40
	30-39 años	434	<LC	18,43	92,60	<LC	16,57	21,57	86,20	52,80	98,87	89,40	<LC	39,29	93,50
	40-49 años	211	6,85	11,28	88,20	<LC	19,03	22,04	81,00	81,69	130,37	82,90	42,97	50,02	87,20
	>49 años	89	17,64	27,74	76,40	10,84	25,21	29,97	73,00	103,39	189,34	82,00	83,39	155,50	80,90
Área	Galicia	73	<LC	<LC	97,30	<LC	10,72	16,09	89,00	115,82	201,19	89,00	<LC	<LC	100,00
	Asturias-Cantabria	54	6,18	8,88	88,90	<LC	18,20	29,50	81,50	76,61	130,37	83,30	<LC	<LC	96,30
	País Vasco	86	9,71	16,43	86,00	<LC	<LC	19,26	91,90	52,24	81,01	80,20	33,02	48,90	86,00
	Navarra-La Rioja-Aragón	59	<LC	16,39	91,50	<LC	8,96	23,89	88,10	<LC	54,35	94,90	<LC	<LC	98,30
	Cataluña	146	22,93	42,84	83,60	<LC	19,34	25,94	85,60	<LC	64,91	90,40	<LC	39,91	93,80
	Castilla y León	76	<LC	<LC	97,40	<LC	11,83	17,23	86,80	<LC	114,30	92,10	<LC	75,80	93,40
	Madrid	108	<LC	7,77	91,70	<LC	20,91	25,87	77,80	57,68	134,79	85,20	46,09	66,43	87,00
	Cast.-Man.-Extremadura	51	<LC	<LC	96,10	<LC	13,20	25,21	82,40	51,87	81,70	86,30	35,65	66,66	82,40
	C. Valenciana-Baleares	103	10,01	15,93	84,50	9,52	21,63	23,55	71,80	87,81	116,76	85,40	<LC	43,94	91,30
	Andalucía-Ceuta	119	<LC	7,57	93,30	<LC	14,06	21,77	85,70	81,69	189,34	87,40	39,29	57,36	89,10
	Murcia	30	<LC	<LC	96,70	<LC	1,33	15,24	90,00	51,33	92,04	90,00	<LC	48,31	93,30
	Islas Canarias	29	<LC	<LC	96,60	9,29	19,85	27,02	58,60	<LC	44,50	93,10	2,67	37,74	89,70

Tabla 9.4.2. Percentiles seleccionados de la concentración de 4,4-DDT y 2,4-DDE en suero, valores ajustados a lípidos (ng/g), para la población estudiada. Porcentaje de muestras por debajo del límite de cuantificación (LC).

Variable	Grupo	4,4-DDT (ng/g lípido) LC=0,04 µg/L				2,4-DDE (ng/g lípido) LC=0,03 µg/L		
		N	P90	P95	<LC (%)	N	P95	<LC (%)
Total		712	<LC	9,60	92,70	934	<LC	96,60
Sexo	Hombre	426	<LC	8,98	92,00	602	<LC	95,80
	Mujer	286	<LC	10,09	93,70	332	<LC	97,90
Edad	<30 años	157	<LC	<LC	96,80	197	<LC	97,00
	30-39 años	323	<LC	8,98	93,20	434	<LC	97,50
	40-49 años	166	<LC	9,36	90,40	211	<LC	96,20
	>49 años	63	18,00	19,70	85,70	89	9,45	92,10
Área	Galicia	59	<LC	5,97	94,90	73	<LC	100,00
	Asturias-Cantabria	40	<LC	<LC	97,50	54	<LC	98,10
	País Vasco	59	<LC	5,55	94,90	86	1,33	93,00
	Navarra-La Rioja-Aragón	50	<LC	<LC	98,00	59	<LC	98,30
	Cataluña	115	<LC	9,60	93,00	146	<LC	97,90
	Castilla y León	62	6,88	24,54	87,10	76	9,74	93,40
	Madrid	76	<LC	12,93	92,10	108	<LC	96,30
	Cast.-Man.-Extremadura	42	19,58	43,01	88,10	51	<LC	96,10
	C. Valenciana-Baleares	74	<LC	10,09	94,60	103	<LC	97,10
	Andalucía-Ceuta	91	<LC	8,98	90,10	119	<LC	96,60
	Murcia	22	<LC	13,26	90,90	30	33,13	90,00
	Islas Canarias	22	<LC	3,54	90,90	29	<LC	100,00

Tabla 9.4.3. Media aritmética (MA), media geométrica (MG), y percentiles seleccionados de la concentración de 4,4-DDE en suero, valores ajustados a lípidos (ng/g), para la población estudiada. Porcentaje de muestras por debajo del límite de cuantificación (LC). LC= 0,03 µg/L.

Variable	Grupo	N	MA	MG	P10	P25	P50	P75	P90	P95	<LC (%)
Total		934	256,77 (231,17 - 282,37)	166,65 (154,48 - 179,78)	58,20	91,43	159,70	306,60	570,16	714,01	0,50
Sexo	Hombre	602	279,48 (242,39 - 316,57)	177,91 (161,88 - 195,53)	63,91	98,24	171,08	316,02	629,30	859,73	0,20
	Mujer	332	220,16 (186,04 - 254,29)	149,98 (130,55 - 172,30)	54,48	82,66	152,06	287,96	492,96	609,03	1,20
Edad	<30 años	197	172,35 (145,82 - 198,89)	122,95 (103,76 - 145,68)	43,83	73,33	121,15	198,63	364,57	519,98	0,50
	30-39 años	434	226,31 (204,71 - 247,91)	156,34 (142,15 - 171,95)	60,94	88,82	152,06	270,77	490,38	629,30	0,50
	40-49 años	211	298,31 (249,17 - 347,46)	203,74 (177,73 - 233,55)	64,34	115,37	200,34	356,02	620,04	819,26	0,50
	>49 años	89	529,45 (346,70 - 712,20)	302,49 (250,32 - 365,54)	89,42	162,30	299,01	650,28	1281,45	2010,27	1,10
Área	Galicia	73	140,62 (134,27 - 146,97)	99,39 (89,55 - 110,32)	39,61	57,58	101,63	212,95	296,13	358,01	1,40
	Asturias-Cantabria	54	233,27 (192,67 - 273,87)	155,94 (136,35 - 178,35)	57,28	87,19	143,52	328,77	491,40	650,28	1,90
	País Vasco	86	158,73 (143,94 - 173,52)	116,22 (111,14 - 121,54)	43,75	65,63	124,57	183,09	261,42	439,04	0,00
	Navarra-La Rioja-Aragón	59	205,32 (172,87 - 237,76)	151,81 (124,72 - 184,78)	67,14	88,93	139,30	261,23	364,57	596,13	0,00
	Cataluña	146	191,86 (152,22 - 231,49)	136,09 (105,86 - 174,96)	59,50	81,51	139,60	233,67	476,15	592,20	0,00
	Castilla y León	76	185,06 (121,95 - 248,17)	127,62 (106,23 - 153,32)	51,39	71,29	119,10	190,32	369,64	469,57	0,00
	Madrid	108	282,31 (210,05 - 354,58)	188,87 (159,65 - 223,45)	70,14	122,64	191,25	316,02	631,52	819,26	1,90
	Cast.-Man.-Extremadura	51	448,70 (343,36 - 554,03)	236,04 (207,95 - 267,94)	96,59	132,72	267,04	433,55	798,42	2632,61	2,00
	C. Valenciana-Baleares	103	302,78 (276,81 - 328,76)	206,70 (191,96 - 222,56)	71,09	106,48	217,79	392,21	629,33	803,39	0,00
	Andalucía-Ceuta	119	317,74 (227,64 - 407,85)	205,25 (152,58 - 276,10)	68,07	107,69	211,62	356,02	699,80	1082,17	0,00
	Murcia	30	233,81 (120,47 - 347,15)	155,88 (100,14 - 242,64)	42,08	79,35	151,64	234,34	609,03	609,43	0,00
	Islas Canarias	29	255,15 (196,46 - 313,85)	196,19 (164,52 - 233,95)	100,93	116,70	162,31	313,44	603,35	714,01	0,00

Tabla 9.4.4. Media aritmética (MA) media geométrica (MG) y percentiles seleccionados de la concentración de HCB en suero, valores ajustados a lípidos (ng/g), para la población estudiada. Porcentaje de muestras por debajo del límite de cuantificación (LC). LC= 0,04 µg/L.

Variable	Grupo	N	MA	MG	P10	P25	P50	P75	P90	P95	<LC (%)
Total		712	49,26 (42,19 - 56,33)	23,95 (20,85 - 27,50)	<LC	<LC	28,89	57,46	120,64	160,43	43,80
Sexo	Hombre	426	43,24 (37,26 - 49,23)	20,67 (17,66 - 24,20)	<LC	<LC	24,07	49,88	109,14	151,96	45,30
	Mujer	286	56,95 (45,48 - 68,43)	28,90 (23,25 - 35,93)	<LC	<LC	35,73	67,22	133,18	179,80	41,60
Edad	<30 años	157	23,83 (19,23 - 28,43)	12,24 (9,75 - 15,36)	<LC	<LC	<LC	32,91	57,12	71,06	54,80
	30-39 años	323	42,25 (35,52 - 48,98)	23,62 (19,37 - 28,82)	<LC	<LC	28,73	51,74	109,56	138,07	43,30
	40-49 años	166	69,13 (52,06 - 86,21)	36,17 (28,29 - 46,25)	<LC	<LC	42,96	82,92	157,16	229,84	38,00
	>49 años	63	111,92 (76,09 - 147,76)	60,51 (43,64 - 83,89)	<LC	<LC	66,38	133,18	230,65	412,86	34,90
Área	Galicia	59	26,17 (20,74 - 31,59)	14,96 (13,15 - 17,01)	<LC	<LC	<LC	38,16	52,52	76,48	52,50
	Asturias-Cantabria	40	76,50 (36,52 - 116,49)	44,24 (18,79 - 104,15)	<LC	<LC	44,67	120,64	195,32	207,97	45,00
	País Vasco	59	78,02 (40,38 - 115,66)	46,90 (30,50 - 72,12)	<LC	<LC	37,03	112,30	225,52	252,76	40,70
	Navarra-La Rioja-Aragón	50	50,59 (32,74 - 68,44)	30,72 (22,62 - 41,73)	<LC	<LC	30,39	70,17	122,26	176,65	40,00
	Cataluña	115	46,43 (30,84 - 62,03)	21,25 (16,89 - 26,74)	<LC	<LC	27,88	57,11	86,67	130,39	43,50
	Castilla y León	62	54,17 (35,58 - 72,77)	27,12 (15,33 - 47,98)	<LC	<LC	31,14	62,99	103,09	179,80	37,10
	Madrid	76	67,50 (40,84 - 94,15)	33,84 (21,76 - 52,64)	<LC	<LC	37,99	76,15	148,26	298,92	44,70
	Cast.-Man.-Extremadura	42	49,81 (33,54 - 66,08)	28,16 (19,37 - 40,94)	<LC	<LC	39,27	63,29	109,14	124,29	31,00
	C. Valenciana-Baleares	74	42,36 (27,81 - 56,92)	20,35 (13,38 - 30,97)	<LC	<LC	26,00	51,74	120,30	140,88	44,60
	Andalucía-Ceuta	91	42,59 (28,84 - 56,34)	20,52 (14,87 - 28,32)	<LC	<LC	26,38	51,38	114,79	156,65	45,10
	Murcia	22	25,78 (19,15 - 32,41)	11,47 (7,66 - 17,17)	<LC	<LC	18,24	41,58	59,03	66,67	50,00
	Islas Canarias	22	19,78 (17,99 - 21,57)	12,90 (10,26 - 16,21)	<LC	<LC	<LC	30,83	41,88	42,96	63,60

Tabla 9.4.5. Comparativa con valores descritos en otros países.

HOMBRES		BIOAMBIENTES		FRANCIA ¹	
Compuesto	Unidades	MG	P95	MG	P95
β -HCH	ng/g lípidos	-	119,5	27	190
γ -HCH	ng/g lípidos	-	57,4	<4,3	<4,3
HCB	ng/g lípidos	20,7	151,9	20	40

MUJERES		BIOAMBIENTES		FRANCIA ¹	
Compuesto	Unidades	MG	P95	MG	P95
β -HCH	ng/g lípidos	-	81,7	38	221
γ -HCH	ng/g lípidos	-	43,6	<2,7	<2,7
HCB	ng/g lípidos	28,9	179,8	30	92

¹ Fréry *et al.*, 2011.

9.5. Retardantes de llama bromados: polibromodifeniléteres y retardantes emergentes

Los polibromodifeniléteres (PBDE) son una familia de compuestos bromados cuya estructura química está formada por dos anillos aromáticos sustituidos por átomos de bromo. Existen 209 posibles congéneres que se subdividen en 10 grupos de homólogos o isómeros de posición (de mono a deca-PBDE). Los PBDE se comercializaron como mezclas complejas de congéneres en función del grado de bromación:

Penta-BDE: Compuesto por tetra-, penta- y hexa-bromados y trazas de tri-BDE

Octa-BDE: Compuesto por hepta-, octa- y nona-bromados y trazas de hexa y nona-BDE

Deca-BDE Compuesto casi exclusivamente por el PBDE 209 y trazas de nona-BDE

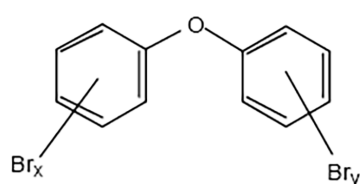


Figura 9.5.1. Estructura química general de los PBDE ($x=1-5$, $y=0-5$)

Los PBDE presentan una reducida tensión de vapor, una baja solubilidad en agua, elevada estabilidad térmica y sensibilidad a la exposición ultravioleta. Son resistentes a ácidos, bases y otros agentes corrosivos, aunque existe gran diferencia entre los congéneres, por ejemplo, el deca-BDE es mucho menos persistente que el resto, lo que ha influido en el establecimiento de restricciones de uso diferenciadas.

La principal aplicación de los PBDE es como retardantes de llama, ya que su temperatura de ebullición está entre 301 y 425°C. Por este motivo, se emplean como aditivos en diferentes materiales poliméricos presentes en multitud de productos de uso cotidiano. El penta-BDE, se ha utilizado en espumas de poliuretano para muebles, colchones y textiles. El octa-BDE en termoplásticos de equipos eléctricos y electrónicos como ordenadores, teléfonos, automoción y equipos de cocina. La mezcla deca-BDE se ha empleado fundamentalmente en textiles, pinturas industriales y plásticos duros para la fabricación de televisores, ordenadores y otros equipos electrónicos (ATSDR 2015).

En la Unión Europea se prohibió la producción a partir del año 2004 de las mezclas comerciales penta-BDE y octa-BDE (CE, 2003). Además, se han incluido en el Convenio de Estocolmo de COP en 2009 prohibiendo a nivel global su producción, utilización, importación y exportación. La mezcla comercial deca-BDE se incluyó en mayo de 2017.

Retardantes de llama emergentes (NBFR)

Aparecen en el mercado como alternativas a los PBDE prohibidos o con restricciones de uso. Los más comunes son: i) el decabromodifenil etano (DBDPE) que ha sido el sustituto natural del deca-BDE con el que comparte grandes similitudes estructurales y propiedades físico-químicas, ii) el 1,2-bis (2,4,6-tribromofenoxi) etano (BTBPE) que se emplea en sustitución de la mezcla octa-BDE, iii) el 2-etilhexil-2,3,4,5-tetrabromobenzoato (EHTBB) que han aumentado su producción como alternativa a la mezcla penta-BDE.

Una familia importante de retardantes de llama emergentes son el tetrabromobisfenol A (TBBPA) y sus derivados, tales como TBBPA-bis (2,3-dibromopropiléter) (TBBPA-DBPE) (Brits, y col., 2016). TBBPA-DBPE es un aditivo interesante, ya que puede estar presente en polímeros y poliolefinas muy comunes como el polipropileno (PP), el polietileno de alta densidad (HDPE) y el polietileno de baja densidad (LDPE) (OCDE, 1994).

Estos compuestos emergentes comparten con los PBDE tradicionales similares características físico-químicas y estructurales, aunque son menos persistentes ya que son susceptibles a la degradación térmica, fotodegradación o biodegradación y no es tan clara su capacidad de bioacumulación y biomagnificación. Hasta la fecha no están incluidos en el [Convenio de Estocolmo sobre COP](#).

En la figura 9.5.2. se presentan gráficamente las principales fuentes de exposición, matrices de análisis y posibles efectos adversos en salud.



Figura 9.5.2. Infografía de los polibromodifeniléteres (PBDE): fuentes de exposición, matriz biológica analizada y los posibles efectos adversos sobre la salud.

En la figura 9.5.3 a y b se presentan gráficamente los resultados del sumatorio de PBDE de bajo grado de bromación (PBDE 47, 100, 153 y 154) del PBDE 209, así como del sumatorio de dos de los retardantes emergentes encontrados en mayor medida en la población estudiada, en función del sexo, edad y área geográfica.

En las tablas 9.5.1-10. se presentan los resultados descriptivos con las medias geométricas (MG), medias aritméticas (MA), y percentiles obtenidos para los retardantes de llama bromados analizados en suero de una submuestra representativa. Los resultados se presentan ajustados a la cantidad total de lípidos.

En la tabla 9.5.11. se presenta la comparativa de los valores PBDE 47, 28, 99, 183, 100, y 153 hallados en BIOAMBIENT.ES con los valores descritos en otros países.

Por el momento no se dispone de valores guía basados en efectos en la salud para población adulta, aunque se pueden consultar los equivalentes de biomonitorización (BE) en [HB2GV Dashboard](#).

Sumatorio de PBDE 47, PBDE 100, PBDE 153 y PBDE 154 en suero ajustados a lípidos (ng/g)

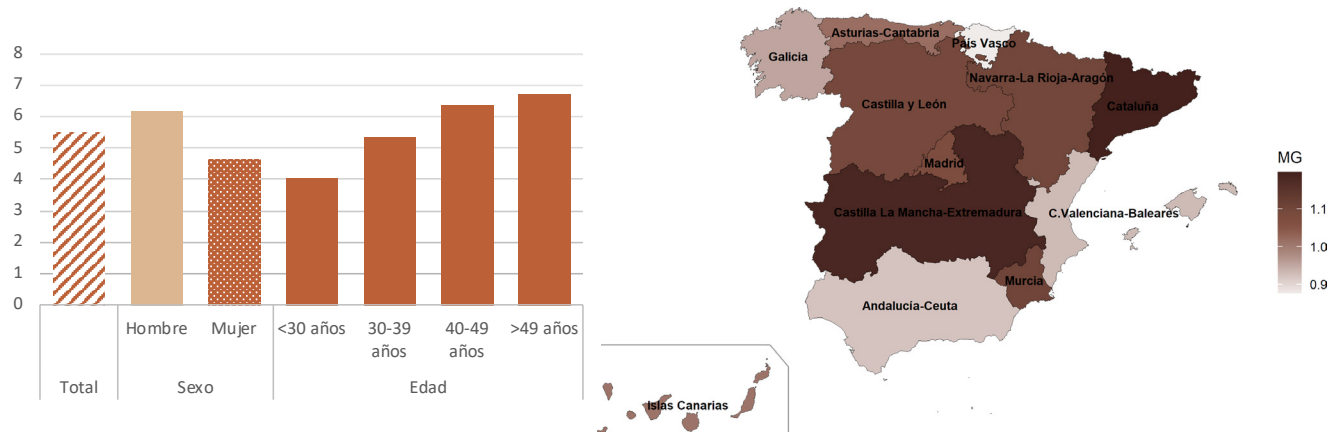
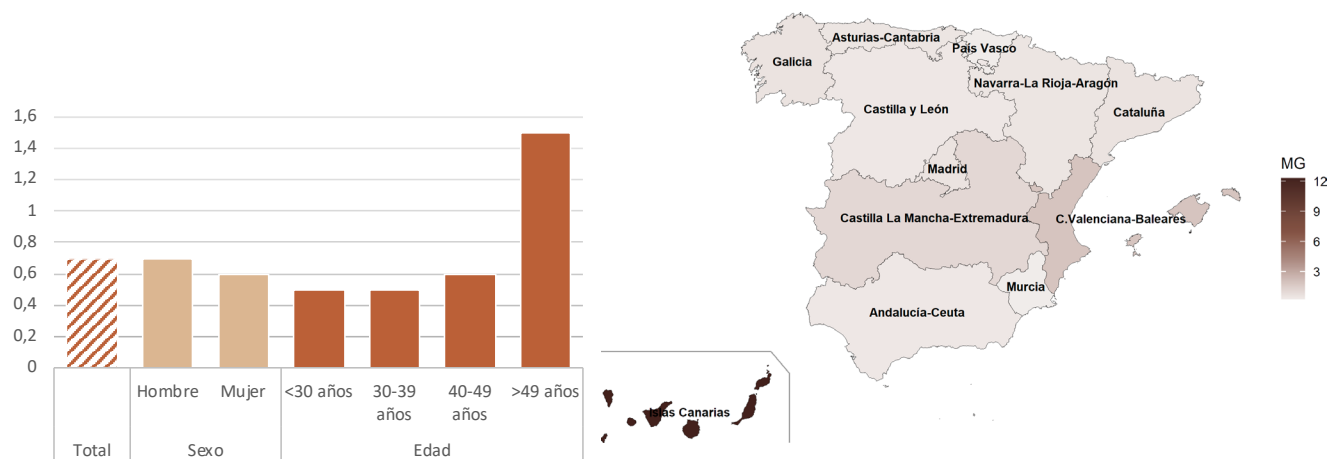


Figura 9.5.3.a Resultados gráficos del sumatorio de PBDE de bajo grado de bromación (PBDE 47, 100, 153 y 154) en suero ajustados a lípidos (ng/g) en función del sexo, edad y área geográfica. MG= media geométrica.

PBDE 209 en suero ajustados a lípidos (ng/g)



Sumatorio de BTBPE y DBPE en suero ajustados a lípidos (ng/g)

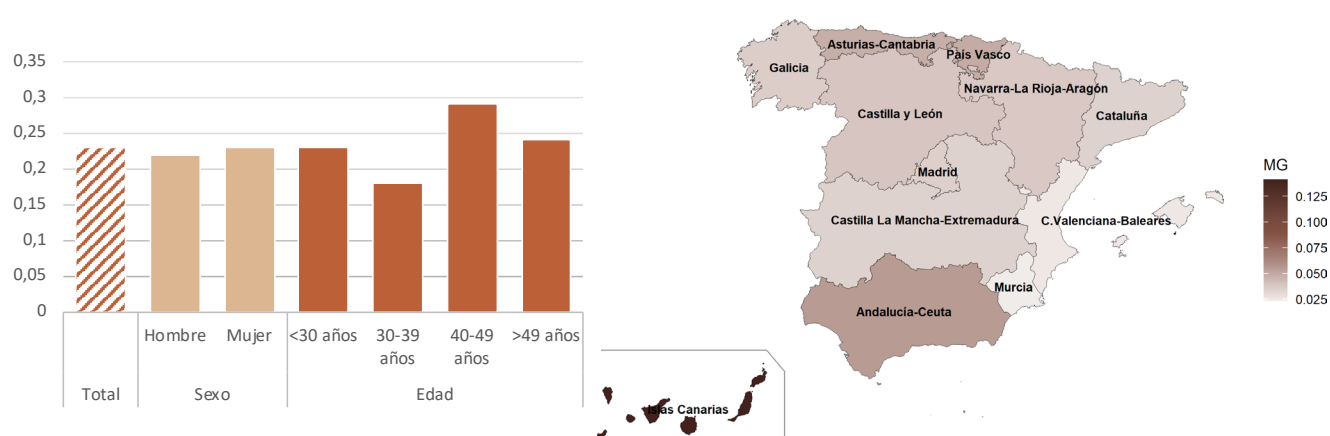


Figura 9.5.3.b. Resultados gráficos del sumatorio de dos de los retardantes emergentes encontrados en mayor medida en la población estudiada (BTBPE y DBPE), y del PBDE 209 en suero ajustados a lípidos (ng/g) en función del sexo, edad y área geográfica. MG= media geométrica.

Tabla 9.5.1. Media aritmética (MA) media geométrica (MG) y percentiles seleccionados de la concentración del PBDE 47 en suero, valores ajustados a lípidos (ng/g), para la población estudiada. Porcentaje de muestras por debajo del límite de cuantificación (LC). LC= 0,3 µg/L.

Variable	Grupo	N	MA	MG	P10	P25	P50	P75	P90	P95	<LC (%)
Total		719	0,32 (0,26 - 0,38)	0,11 (0,10 - 0,12)	<LC	<LC	0,06	0,28	0,66	1,30	47,1
Sexo	Hombre	369	0,32 (0,23 - 0,42)	0,11 (0,09 - 0,12)	<LC	<LC	0,07	0,28	0,66	1,00	43,6
	Mujer	350	0,32 (0,23 - 0,42)	0,11 (0,09 - 0,13)	<LC	<LC	<LC	0,29	0,67	1,44	50,9
Edad	<30 años	137	0,26 (0,15 - 0,36)	0,11 (0,09 - 0,14)	<LC	<LC	0,08	0,31	0,49	0,87	43,8
	30-39 años	293	0,34 (0,22 - 0,44)	0,10 (0,09 - 0,12)	<LC	<LC	0,06	0,25	0,70	1,27	49,5
	40-49 años	183	0,32 (0,20 - 0,45)	0,11 (0,09 - 0,14)	<LC	<LC	0,07	0,27	0,83	1,40	47,0
	>49 años	104	0,37 (0,11 - 0,63)	0,11 (0,08 - 0,14)	<LC	<LC	0,06	0,31	0,62	1,34	44,2
Área	Galicia	60	0,30 (0,15 - 0,45)	0,10 (0,10 - 0,10)	<LC	<LC	<LC	0,29	0,83	1,00	51,7
	Asturias-Cantabria	45	0,13 (0,12 - 0,13)	0,07 (0,06 - 0,09)	<LC	<LC	<LC	0,21	0,35	0,44	57,8
	País Vasco	61	0,13 (0,10 - 0,16)	0,08 (0,07 - 0,09)	<LC	<LC	<LC	0,14	0,30	0,40	52,5
	Navarra-La Rioja-Aragón	55	0,23 (0,10 - 0,36)	0,11 (0,07 - 0,16)	<LC	<LC	0,07	0,33	0,55	0,85	41,8
	Cataluña	85	0,36 (0,26 - 0,47)	0,13 (0,10 - 0,16)	<LC	<LC	0,08	0,43	0,72	1,83	44,
	Castilla y León	64	0,27 (0,24 - 0,30)	0,11 (0,09 - 0,13)	<LC	<LC	0,06	0,28	0,70	1,25	40,6
	Madrid	72	0,48 (0,22 - 0,73)	0,11 (0,09 - 0,15)	<LC	<LC	0,07	0,26	0,69	1,59	44,4
	Cast.-Man.-Extremadura	59	0,26 (0,04 - 0,48)	0,10 (0,06 - 0,18)	<LC	<LC	<LC	0,31	0,74	0,80	50,8
	C. Valenciana-Baleares	69	0,21 (0,12 - 0,29)	0,09 (0,06 - 0,13)	<LC	<LC	<LC	0,25	0,53	0,66	56,5
	Andalucía-Ceuta	80	0,42 (0,26 - 0,59)	0,11 (0,09 - 0,15)	<LC	<LC	0,07	0,28	0,92	2,35	45,0
	Murcia	44	0,24 (-0,03 - 0,51)	0,10 (0,06 - 0,19)	<LC	<LC	0,06	0,24	0,62	1,08	45,5
	Islas Canarias	25	0,32 (0,28 - 0,35)	0,17 (0,15 - 0,20)	<LC	0,05	0,26	0,37	0,66	1,00	24,0

Tabla 9.5.2. Percentiles seleccionados del PBDE 28, 99 y 183 en suero, valores ajustados a lípidos (ng/g), para la población estudiada. Porcentaje de muestras por debajo del límite de cuantificación (LC). LC PBDE28 = 0,2 µg/L; LC PBDE99 = 0,05 µg/L; LC PBDE183 = 0,5 µg/L.

Variable	Grupo	N	PBDE 28				PBDE 99				PBDE 183			
			P50	P75	P90	P95	<LC (%)	P75	P90	P95	<LC (%)	P90	P95	<LC (%)
Total		719	<LC	0,06	0,12	0,17	66,3	<LC	0,19	0,30	77,5	0,12	0,23	84,0
Sexo	Hombre	369	<LC	0,06	0,11	0,14	63,1	<LC	0,20	0,28	75,3	0,14	0,25	80,5
	Mujer	350	<LC	0,04	0,14	0,19	69,7	<LC	0,18	0,30	79,7	0,10	0,17	87,7
Edad	<30 años	137	<LC	0,06	0,14	0,17	67,2	<LC	0,19	0,24	79,6	0,19	0,25	84,7
	30-39 años	293	<LC	0,06	0,13	0,18	70,0	<LC	0,18	0,27	78,2	0,10	0,15	86,7
	40-49 años	183	<LC	0,05	0,09	0,13	65,6	<LC	0,19	0,36	76,5	0,13	0,24	81,4
	>49 años	104	<LC	0,06	0,09	0,15	55,8	0,09	0,23	0,32	74,0	0,21	0,40	79,8
Área	Galicia	60	<LC	0,06	0,13	0,17	68,3	<LC	0,19	0,27	80,0	0,14	0,22	80,0
	Asturias-Cantabria	45	<LC	<LC	0,09	0,13	77,8	<LC	0,13	0,22	84,4	<LC	0,12	91,1
	País Vasco	61	<LC	0,03	0,08	0,26	70,5	<LC	<LC	<LC	95,1	<LC	0,25	90,2
	Navarra-La Rioja-Aragón	55	<LC	0,06	0,09	0,12	60,0	<LC	0,20	0,26	76,4	0,13	0,24	83,6
	Cataluña	85	<LC	0,07	0,13	0,15	65,9	<LC	0,21	0,27	75,3	0,17	0,24	76,5
	Castilla y León	64	<LC	0,06	0,10	0,14	56,2	0,08	0,19	0,27	68,8	0,16	0,42	78,1
	Madrid	72	<LC	0,04	0,14	0,21	70,8	<LC	0,24	0,36	76,4	<LC	0,12	90,3
	Cast.-Man.-Extremadura	59	<LC	0,07	0,11	0,16	67,8	<LC	0,11	0,20	89,8	0,11	0,16	86,4
	C. Valenciana-Baleares	69	<LC	0,03	0,11	0,14	73,9	<LC	0,13	0,18	79,7	0,10	0,40	87,0
	Andalucía-Ceuta	80	<LC	0,05	0,16	0,26	66,2	0,13	0,32	0,74	62,5	0,13	0,17	83,8
	Murcia	44	<LC	0,06	0,09	0,10	65,9	<LC	0,22	0,30	81,8	0,19	0,26	81,8
	Islas Canarias	25	0,05	0,06	0,07	0,08	36,0	0,10	0,16	0,21	56,0	0,09	0,11	80,0

Tabla 9.5.3. Media aritmética (MA) media geométrica (MG) y percentiles seleccionados de la concentración del PBDE 100 en suero, valores ajustados a lípidos (ng/g), para la población estudiada. Porcentaje de muestras por debajo del límite de cuantificación (LC). LC= 0,01 (µg/L).

Variable	Grupo	N	MA	MG	P10	P25	P50	P75	P90	P95	<LC (%)
Total		719	0,17 (0,14 - 0,21)	0,10 (0,10 - 0,11)	<LC	<LC	<LC	0,14	0,28	0,49	57,4
Sexo	Hombre	369	0,18 (0,12 - 0,25)	0,10 (0,09 - 0,11)	<LC	<LC	<LC	0,16	0,27	0,49	51,8
	Mujer	350	0,16 (0,12 - 0,21)	0,10 (0,09 - 0,12)	<LC	<LC	<LC	0,12	0,32	0,52	63,4
Edad	<30 años	137	0,13 (0,09 - 0,17)	0,09 (0,08 - 0,11)	<LC	<LC	<LC	0,10	0,27	0,34	70,1
	30-39 años	293	0,19 (0,10 - 0,29)	0,10 (0,09 - 0,11)	<LC	<LC	<LC	0,14	0,28	0,49	60,1
	40-49 años	183	0,18 (0,12 - 0,23)	0,11 (0,10 - 0,12)	<LC	<LC	<LC	0,18	0,31	0,53	51,4
	>49 años	104	0,17 (0,10 - 0,25)	0,11 (0,09 - 0,13)	<LC	<LC	0,08	0,16	0,29	0,52	43,3
Área	Galicia	60	0,15 (0,14 - 0,17)	0,11 (0,09 - 0,12)	<LC	<LC	<LC	0,17	0,38	0,60	55,0
	Asturias-Cantabria	45	0,11 (0,11 - 0,12)	0,10 (0,09 - 0,10)	<LC	<LC	<LC	0,15	0,21	0,27	62,2
	País Vasco	61	0,10 (0,05 - 0,16)	0,08 (0,06 - 0,10)	<LC	<LC	<LC	0,07	0,14	0,38	72,1
	Navarra-La Rioja-Aragón	55	0,12 (0,10 - 0,14)	0,09 (0,08 - 0,11)	<LC	<LC	<LC	0,13	0,31	0,36	54,5
	Cataluña	85	0,18 (0,12 - 0,23)	0,11 (0,10 - 0,12)	<LC	<LC	<LC	0,18	0,27	1,08	56,5
	Castilla y León	64	0,11 (0,08 - 0,13)	0,09 (0,07 - 0,10)	<LC	<LC	<LC	0,12	0,20	0,28	59,4
	Madrid	72	0,28 (0,06 - 0,49)	0,10 (0,09 - 0,12)	<LC	<LC	<LC	0,11	0,29	0,68	63,9
	Cast.-Man.-Extremadura	59	0,18 (0,12 - 0,24)	0,11 (0,10 - 0,11)	<LC	<LC	<LC	0,16	0,32	0,38	54,2
	C. Valenciana-Baleares	69	0,15 (0,09 - 0,21)	0,10 (0,08 - 0,14)	<LC	<LC	<LC	0,18	0,31	0,49	58,0
	Andalucía-Ceuta	80	0,19 (0,14 - 0,24)	0,11 (0,10 - 0,12)	<LC	<LC	<LC	0,16	0,34	0,56	56,2
	Murcia	44	0,17 (0,13 - 0,21)	0,14 (0,13 - 0,15)	<LC	<LC	0,13	0,27	0,34	0,39	40,9
	Islas Canarias	25	0,11 (0,10 - 0,12)	0,09 (0,08 - 0,10)	<LC	<LC	0,11	0,14	0,19	0,22	44,0

Tabla 9.5.4. Media aritmética (MA) media geométrica (MG) y percentiles seleccionados de la concentración del PBDE 153 en suero, valores ajustados a lípidos (ng/g), para la población estudiada. Porcentaje de muestras por debajo del límite de cuantificación (LC). LC= 0,50 (µg/L).

Variable	Grupo	N	MA	MG	P10	P25	P50	P75	P90	P95	<LC (%)
Total		719	0,62 (0,56 - 0,69)	0,46 (0,43 - 0,50)	0,21	0,32	0,45	0,68	1,06	1,34	2,80
Sexo	Hombre	369	0,66 (0,59 - 0,72)	0,53 (0,48 - 0,59)	0,27	0,38	0,52	0,77	1,20	1,52	1,90
	Mujer	350	0,58 (0,43 - 0,72)	0,38 (0,34 - 0,43)	0,17	0,26	0,37	0,58	0,83	1,19	3,70
Edad	<30 años	137	0,47 (0,40 - 0,54)	0,38 (0,32 - 0,44)	0,15	0,26	0,38	0,63	0,86	1,26	5,10
	30-39 años	293	0,63 (0,51 - 0,74)	0,48 (0,44 - 0,51)	0,22	0,34	0,48	0,68	0,99	1,20	3,10
	40-49 años	183	0,71 (0,53 - 0,90)	0,50 (0,45 - 0,57)	0,21	0,34	0,48	0,68	1,25	1,52	0,50
	>49 años	104	0,66 (0,53 - 0,78)	0,48 (0,39 - 0,58)	0,22	0,32	0,47	0,72	1,25	1,95	2,90
Área	Galicia	60	0,52 (0,32 - 0,73)	0,38 (0,22 - 0,64)	<LC	0,26	0,45	0,65	0,97	1,43	11,7
	Asturias-Cantabria	45	1,10 (0,11 - 2,08)	0,53 (0,43 - 0,66)	0,28	0,35	0,48	0,63	0,94	1,75	0,00
	País Vasco	61	0,59 (0,42 - 0,76)	0,43 (0,37 - 0,50)	0,23	0,30	0,41	0,63	0,83	1,41	3,30
	Navarra-La Rioja-Aragón	55	0,66 (0,58 - 0,73)	0,55 (0,53 - 0,57)	0,29	0,38	0,49	0,70	1,25	1,67	0,00
	Cataluña	85	0,69 (0,61 - 0,76)	0,58 (0,52 - 0,64)	0,26	0,41	0,57	0,82	1,26	1,52	2,40
	Castilla y León	64	0,61 (0,53 - 0,69)	0,53 (0,48 - 0,58)	0,27	0,37	0,49	0,76	1,08	1,16	1,60
	Madrid	72	0,56 (0,44 - 0,68)	0,45 (0,37 - 0,56)	0,22	0,32	0,43	0,59	0,99	1,26	0,00
	Cast.-Man.-Extremadura	59	0,95 (0,44 - 1,46)	0,50 (0,38 - 0,64)	0,20	0,25	0,48	0,81	1,15	1,22	1,70
	C. Valenciana-Baleares	69	0,58 (0,44 - 0,72)	0,42 (0,32 - 0,56)	0,17	0,30	0,39	0,62	1,15	1,95	5,80
	Andalucía-Ceuta	80	0,48 (0,40 - 0,56)	0,38 (0,31 - 0,46)	0,18	0,26	0,40	0,54	0,81	0,98	3,80
	Murcia	44	0,57 (0,47 - 0,67)	0,50 (0,48 - 0,52)	0,23	0,34	0,49	0,70	0,95	1,11	0,00
	Islas Canarias	25	0,51 (0,43 - 0,58)	0,40 (0,36 - 0,45)	0,13	0,24	0,42	0,68	1,00	1,18	0,00

Tabla 9.5.5. Media aritmética (MA) media geométrica (MG) y percentiles del PBDE 154, valores ajustados a lípidos (ng/g), para la población estudiada. Límite de cuantificación (LC) 0,50 (µg/L) suero.

Variable	Grupo	N	MA	MG	P10	P25	P50	P75	P90	P95	<LC (%)
Total		719	0,22 (0,16 - 0,27)	0,15 (0,14 - 0,16)	<LC	<LC	0,15	0,24	0,38	0,48	27,8
Sexo	Hombre	369	0,25 (0,16 - 0,34)	0,16 (0,15 - 0,18)	<LC	0,09	0,17	0,26	0,40	0,48	21,7
	Mujer	350	0,18 (0,15 - 0,20)	0,13 (0,12 - 0,14)	<LC	<LC	0,12	0,20	0,36	0,49	34,3
Edad	<30 años	137	0,13 (0,09 - 0,18)	0,10 (0,09 - 0,11)	<LC	<LC	<LC	0,13	0,28	0,31	60,6
	30-39 años	293	0,17 (0,16 - 0,19)	0,14 (0,12 - 0,15)	<LC	<LC	0,13	0,20	0,33	0,46	29,0
	40-49 años	183	0,32 (0,12 - 0,53)	0,19 (0,16 - 0,22)	<LC	0,13	0,18	0,30	0,40	0,50	10,9
	>49 años	104	0,29 (0,22 - 0,35)	0,22 (0,18 - 0,26)	<LC	0,15	0,22	0,35	0,49	0,65	10,6
Área	Galicia	60	0,16 (0,13 - 0,19)	0,13 (0,10 - 0,16)	<LC	<LC	0,13	0,22	0,27	0,37	38,3
	Asturias-Cantabria	45	0,18 (0,14 - 0,21)	0,14 (0,13 - 0,16)	<LC	0,09	0,15	0,22	0,32	0,38	22,2
	País Vasco	61	0,17 (0,17 - 0,18)	0,14 (0,13 - 0,16)	<LC	0,10	0,15	0,18	0,34	0,42	14,8
	Navarra-La Rioja-Aragón	55	0,24 (0,10 - 0,39)	0,16 (0,12 - 0,23)	<LC	0,09	0,15	0,29	0,42	0,48	16,4
	Cataluña	85	0,21 (0,18 - 0,23)	0,16 (0,14 - 0,19)	<LC	0,09	0,16	0,28	0,40	0,46	21,2
	Castilla y León	64	0,21 (0,16 - 0,27)	0,17 (0,13 - 0,22)	<LC	0,10	0,19	0,28	0,38	0,49	20,3
	Madrid	72	0,24 (0,16 - 0,32)	0,17 (0,14 - 0,20)	<LC	0,09	0,17	0,27	0,47	0,64	25,0
	Cast.-Man.-Extremadura	59	0,58 (-0,25 - 1,42)	0,17 (0,09 - 0,32)	<LC	<LC	0,17	0,30	0,45	0,50	27,1
	C. Valenciana-Baleares	69	0,17 (0,13 - 0,21)	0,13 (0,10 - 0,17)	<LC	<LC	0,13	0,21	0,34	0,49	40,6
	Andalucía-Ceuta	80	0,15 (0,11 - 0,19)	0,11 (0,10 - 0,14)	<LC	<LC	0,10	0,16	0,26	0,39	41,2
	Murcia	44	0,20 (0,18 - 0,22)	0,14 (0,13 - 0,16)	<LC	<LC	0,14	0,23	0,50	0,60	36,4
	Islas Canarias	25	0,21 (0,18 - 0,23)	0,16 (0,16 - 0,16)	<LC	<LC	0,20	0,31	0,41	0,42	28,0

Tabla 9.5.6. Percentiles seleccionados de PBDE 196, 203, EHTBB, TBBPA-DBPE. Valores ajustados a lípidos (ng/g), para la población estudiada. Porcentaje de muestras por debajo del límite de cuantificación (LC). LC PBDE196 = 0,02 µg/L; LC PBDE203 = 0,02 µg/L; LC EHTBB = 0,01 µg/L; LC TBBPA-DBPE = 0,02 µg/L

Variable	Grupo	N	PBDE 196				PBDE 203				EHTBB				TBBPA-DBPE					
			P75	P90	P95	<LC (%)	P50	P75	P90	P95	<LC (%)	P75	P90	P95	<LC (%)	P50	P75	P90	P95	<LC (%)
Total		399	<LC	1,57	2,86	78,70	<LC	<LC	1,51	2,05	79,70	<LC	1,39	2,46	84,00	<LC	1,15	4,79	7,83	66,90
Sexo	Hombre	184	<LC	1,57	2,48	77,20	<LC	<LC	1,44	1,82	77,70	<LC	1,82	2,78	81,00	<LC	1,02	4,82	7,83	70,10
	Mujer	215	<LC	1,62	3,77	80,00	<LC	<LC	1,56	2,25	81,40	<LC	0,88	2,14	86,50	<LC	1,35	4,79	7,42	64,20
Edad	<30 años	73	<LC	2,51	6,83	80,80	<LC	<LC	1,66	5,34	83,60	<LC	0,10	2,14	87,70	<LC	3,15	6,19	7,42	67,10
	30-39 años	152	<LC	1,53	2,80	80,90	<LC	<LC	1,53	2,12	82,20	<LC	1,82	4,13	82,20	<LC	0,62	4,03	7,32	69,70
	40-49 años	96	0,77	1,63	3,78	69,80	<LC	0,51	1,57	1,80	72,90	<LC	1,24	1,53	82,30	<LC	1,30	2,54	4,16	61,50
	>49 años	73	<LC	0,69	1,33	83,60	<LC	<LC	1,20	1,85	78,10	<LC	0,83	2,83	84,90	<LC	0,89	2,76	4,48	69,90
Área	Galicia	33	<LC	2,09	2,48	84,80	<LC	<LC	1,47	1,79	81,80	<LC	1,25	1,34	84,80	<LC	<LC	2,32	2,59	75,80
	Asturias-Cantabria	22	<LC	1,07	1,09	81,80	<LC	<LC	1,25	2,04	77,30	<LC	<LC	<LC	95,50	<LC	2,53	19,14	72,30	59,10
	País Vasco	28	0,78	1,75	2,80	71,40	<LC	0,76	1,35	1,93	71,40	2,14	2,68	4,21	67,90	<LC	1,51	5,55	6,70	67,90
	Navarra-La Rioja-Aragón	30	<LC	2,00	2,48	83,30	<LC	<LC	0,37	0,79	90,00	<LC	1,77	2,07	80,00	<LC	0,76	3,40	5,06	63,30
	Cataluña	61	0,40	2,66	6,83	68,90	<LC	<LC	1,97	5,34	75,40	<LC	2,78	4,13	80,30	<LC	0,47	3,02	6,19	65,60
	Castilla y León	34	<LC	0,50	1,73	88,20	<LC	<LC	0,40	0,62	88,20	0,92	1,74	2,08	73,50	<LC	<LC	3,07	5,43	82,40
	Madrid	43	<LC	0,90	1,49	76,70	<LC	<LC	0,86	1,32	79,10	<LC	0,62	0,88	86,00	<LC	<LC	1,11	1,57	76,70
	Cast.-Man.-Extremadura	31	0,38	9,45	21,81	74,20	<LC	0,86	8,23	16,70	67,70	<LC	3,57	4,57	80,60	<LC	0,77	3,15	3,53	71,00
	C. Valenciana-Baleares	40	<LC	1,57	3,11	80,00	<LC	<LC	1,44	1,57	85,00	<LC	<LC	<LC	97,50	<LC	4,03	6,71	11,69	60,00
	Andalucía-Ceuta	52	<LC	0,95	1,56	88,50	<LC	<LC	<LC	1,85	90,40	<LC	1,82	1,84	84,60	<LC	2,22	9,38	10,43	55,80
	Murcia	13	0,35	1,90	4,25	69,20	<LC	0,55	1,02	2,12	69,20	<LC	<LC	<LC	100,00	<LC	<LC	3,64	4,79	76,90
	Islas Canarias	12	0,93	1,42	1,85	66,70	0,28	1,51	1,73	2,25	50,00	<LC	<LC	6,34	91,70	1,54	1,90	4,34	15,63	41,70

Tabla 9.5.7. Media aritmética (MA) media geométrica (MG) y percentiles seleccionados de la concentración de PBDE 197 en suero, valores ajustados a lípidos (ng/g), para la población estudiada. Porcentaje de muestras por debajo del límite de cuantificación (LC). LC= 0,01 µg/L.

Variable	Grupo	N	MA	MG	P10	P25	P50	P75	P90	P95	<LC (%)
Total		399	1,40 (1,20 - 1,70)	0,50 (0,30 - 0,70)	<LC	<LC	1,25	2,10	3,17	3,85	33,80
Sexo	Hombre	184	1,60 (1,30 - 2,00)	0,60 (0,40 - 0,90)	<LC	<LC	1,34	2,28	3,63	4,06	29,90
	Mujer	215	1,20 (0,90 - 1,50)	0,40 (0,30 - 0,60)	<LC	<LC	1,10	1,75	2,74	3,73	37,20
Edad	<30 años	73	1,50 (1,00 - 2,00)	0,50 (0,30 - 1,00)	<LC	<LC	1,47	2,40	3,58	4,06	37,00
	30-39 años	152	1,30 (0,90 - 1,70)	0,40 (0,30 - 0,70)	<LC	<LC	1,17	1,94	3,73	3,81	35,50
	40-49 años	96	1,40 (1,10 - 1,70)	0,60 (0,40 - 0,90)	<LC	<LC	1,25	1,78	2,75	3,56	30,20
	>49 años	73	1,60 (1,00 - 2,10)	0,50 (0,20 - 0,90)	<LC	<LC	1,21	2,15	3,02	4,82	32,90
Área	Galicia	33	1,90 (0,90 - 2,90)	1,30 (0,70 - 2,40)	0,54	1,08	1,34	1,87	3,10	6,44	3,00
	Asturias-Cantabria	22	1,20 (0,10 - 2,30)	0,50 (0,00 - 5,10)	<LC	<LC	1,41	2,08	2,14	2,94	36,40
	País Vasco	28	1,10 (0,10 - 2,10)	0,40 (0,10 - 1,00)	<LC	<LC	0,95	1,71	2,81	4,40	39,30
	Navarra-La Rioja-Aragón	30	1,40 (1,00 - 1,80)	0,40 (0,10 - 1,30)	<LC	<LC	1,42	1,86	2,97	5,42	36,70
	Cataluña	61	1,80 (0,80 - 2,70)	0,50 (0,20 - 1,40)	<LC	<LC	1,31	3,35	4,06	4,08	32,80
	Castilla y León	34	1,30 (0,40 - 2,30)	0,40 (0,10 - 1,60)	<LC	<LC	1,26	2,28	2,91	3,21	35,30
	Madrid	43	1,30 (0,60 - 2,00)	0,70 (0,20 - 1,80)	<LC	0,69	1,37	1,75	2,99	3,02	20,90
	Cast.-Man.-Extremadura	31	1,50 (0,30 - 2,70)	0,40 (0,10 - 1,90)	<LC	<LC	1,08	2,49	3,85	4,88	45,20
	C. Valenciana-Baleares	40	1,30 (0,50 - 2,10)	0,40 (0,10 - 1,30)	<LC	<LC	1,31	2,40	2,72	2,95	40,00
	Andalucía-Ceuta	52	1,30 (0,80 - 1,90)	0,40 (0,10 - 1,10)	<LC	<LC	1,21	2,46	3,00	3,63	44,20
	Murcia	13	1,30 (0,30 - 2,30)	0,30 (0,10 - 0,90)	<LC	<LC	0,80	1,29	6,42	6,42	46,20
	Islas Canarias	12	1,50 (1,40 - 1,50)	0,40 (0,30 - 0,60)	<LC	<LC	1,20	2,13	2,99	5,25	33,30

Tabla 9.5.8. Media aritmética (MA) media geométrica (MG) y percentiles seleccionados de la concentración de PBDE 209 en suero, valores ajustados a lípidos (ng/g), para la población estudiada. Porcentaje de muestras por debajo del límite de cuantificación (LC). LC= 0,01 µg/L.

Variable	Grupo	N	MA	MG	P10	P25	P50	P75	P90	P95	<LC (%)
Total		399	6,30 (3,40 - 9,10)	0,70 (0,50 - 0,90)	<LC	<LC	0,56	2,24	8,51	41,32	39,60
Sexo	Hombre	184	7,80 (4,30 - 11,40)	0,70 (0,50 - 1,00)	<LC	<LC	0,54	2,05	12,36	44,96	38,60
	Mujer	215	4,30 (1,30 - 7,20)	0,60 (0,50 - 0,90)	<LC	<LC	0,65	2,24	6,25	15,20	40,50
Edad	<30 años	73	3,00 (-0,10 - 6,10)	0,50 (0,30 - 0,70)	<LC	<LC	0,37	1,61	3,46	8,05	42,50
	30-39 años	152	3,90 (1,20 - 6,50)	0,50 (0,40 - 0,80)	<LC	<LC	0,30	1,83	6,52	17,08	46,70
	40-49 años	96	5,90 (-0,50 - 12,30)	0,60 (0,40 - 1,00)	<LC	<LC	0,67	2,25	6,85	12,36	36,50
	>49 años	73	14,70 (6,40 - 23,10)	1,50 (0,70 - 3,00)	<LC	<LC	1,07	7,43	56,91	90,02	27,40
Área	Galicia	33	2,00 (0,40 - 3,70)	0,60 (0,30 - 1,40)	<LC	<LC	0,87	2,50	3,83	7,43	30,30
	Asturias-Cantabria	22	2,00 (-0,50 - 4,50)	0,50 (0,10 - 2,10)	<LC	<LC	0,32	1,52	5,93	14,83	40,90
	País Vasco	28	0,40 (0,20 - 0,60)	0,20 (0,20 - 0,40)	<LC	<LC	0,16	0,54	0,96	1,26	46,40
	Navarra-La Rioja-Aragón	30	1,30 (0,00 - 2,60)	0,50 (0,20 - 1,10)	<LC	<LC	0,70	1,64	3,04	4,92	33,30
	Cataluña	61	1,50 (0,50 - 2,50)	0,60 (0,30 - 1,00)	<LC	<LC	0,85	1,75	3,99	11,61	36,10
	Castilla y León	34	2,30 (-1,50 - 6,20)	0,40 (0,10 - 1,30)	<LC	<LC	0,16	1,17	2,15	12,36	47,10
	Madrid	43	5,80 (-2,70 - 14,30)	0,60 (0,20 - 2,50)	<LC	<LC	0,30	2,54	17,08	41,32	44,20
	Cast.-Man.-Extremadura	31	12,30 (-4,80 - 29,40)	1,10 (0,20 - 5,40)	<LC	<LC	1,26	6,25	15,20	158,56	41,90
	C. Valenciana-Baleares	40	8,90 (-3,10 - 21,00)	1,90 (0,90 - 3,90)	<LC	0,57	1,61	5,98	35,88	44,96	15,00
	Andalucía-Ceuta	52	4,20 (-2,20 - 10,50)	0,40 (0,20 - 0,70)	<LC	<LC	<LC	1,09	4,71	8,51	55,80
	Murcia	13	0,50 (-0,10 - 1,10)	0,20 (0,10 - 0,50)	<LC	<LC	<LC	0,16	1,67	3,46	69,20
	Islas Canarias	12	57,40 (24,80 - 89,90)	12,30 (1,10 - 143,80)	<LC	2,51	56,91	90,02	188,18	188,18	16,70

Tabla 9.5.9. Media aritmética (MA) media geométrica (MG) y percentiles seleccionados de la concentración de BTBPE en suero, valores ajustados a lípidos (ng/g), para la población estudiada. Porcentaje de muestras por debajo del límite de cuantificación (LC). LC = 0,01 µg/L.

Variable	Grupo	N	MA	MG	P10	P25	P50	P75	P90	P95	<LC (%)
Total		399	2,40 (1,80 - 3,00)	1,10 (0,90 - 1,50)	<LC	0,42	1,32	2,69	4,79	8,17	24,10
Sexo	Hombre	184	2,50 (1,80 - 3,20)	1,20 (0,90 - 1,60)	<LC	0,44	1,40	2,71	4,68	10,56	21,20
	Mujer	215	2,30 (1,70 - 2,90)	1,10 (0,80 - 1,40)	<LC	<LC	1,30	2,62	4,97	6,47	26,50
Edad	<30 años	73	1,90 (1,30 - 2,50)	1,10 (0,70 - 1,60)	<LC	<LC	1,30	2,62	4,48	5,28	28,80
	30-39 años	152	2,00 (1,30 - 2,70)	1,00 (0,70 - 1,60)	<LC	0,30	1,29	2,54	4,28	4,97	23,00
	40-49 años	96	2,80 (1,90 - 3,70)	1,30 (0,90 - 1,90)	<LC	0,55	1,57	2,61	8,43	11,51	22,90
	>49 años	73	3,10 (1,60 - 4,70)	1,20 (0,80 - 1,80)	<LC	0,25	1,15	3,59	5,87	14,26	24,70
Área	Galicia	33	2,10 (-0,40 - 4,70)	0,90 (0,30 - 2,60)	<LC	0,31	0,84	1,82	6,23	14,26	18,20
	Asturias-Cantabria	22	1,60 (-0,20 - 3,40)	1,10 (0,30 - 4,60)	<LC	<LC	1,32	2,56	3,19	3,93	27,30
	País Vasco	28	1,10 (0,30 - 1,80)	0,70 (0,30 - 1,80)	<LC	<LC	1,10	1,57	2,30	2,30	32,10
	Navarra-La Rioja-Aragón	30	1,70 (0,20 - 3,20)	0,80 (0,30 - 2,50)	<LC	<LC	1,18	3,75	4,23	5,11	36,70
	Cataluña	61	1,70 (0,80 - 2,60)	1,00 (0,40 - 2,30)	<LC	<LC	1,35	2,54	4,28	4,48	29,50
	Castilla y León	34	2,90 (1,70 - 4,00)	1,50 (1,10 - 2,20)	<LC	0,78	1,95	2,43	10,56	12,69	17,60
	Madrid	43	1,90 (0,90 - 2,90)	1,00 (0,60 - 1,70)	<LC	0,30	1,16	2,57	4,24	5,30	23,30
	Cast.-Man.-Extremadura	31	2,10 (1,20 - 3,00)	1,20 (0,70 - 2,10)	<LC	0,55	1,85	2,91	4,74	5,87	22,60
	C. Valenciana-Baleares	40	2,30 (0,70 - 3,90)	1,10 (0,50 - 2,10)	<LC	0,52	1,13	2,36	4,68	5,30	17,50
	Andalucía-Ceuta	52	2,40 (0,60 - 4,10)	1,20 (0,60 - 2,50)	<LC	<LC	1,69	3,36	4,97	7,35	28,80
	Murcia	13	5,00 (-4,90 - 15,00)	1,80 (0,30 - 10,40)	0,44	0,69	1,11	5,45	30,45	30,45	7,70
	Islas Canarias	12	10,30 (5,90 - 14,80)	9,10 (5,50 - 15,20)	4,57	7,76	8,43	14,11	20,78	20,78	0,00

Tabla 9.5.10. Media aritmética (MA) media geométrica (MG) y percentiles seleccionados de la concentración de DBDPE en suero, valores ajustados a lípidos (ng/g), para la población estudiada. Porcentaje de muestras por debajo del límite de cuantificación (LC). LC= 0,01 µg/L.

Variable	Grupo	N	MA	MG	P10	P25	P50	P75	P90	P95	<LC (%)
Total		399	7,10 (5,00 - 9,30)	1,30 (0,90 - 1,80)	<LC	<LC	1,51	6,06	21,37	32,90	40,10
Sexo	Hombre	184	6,40 (3,40 - 9,30)	1,20 (0,70 - 1,80)	<LC	<LC	1,16	6,06	20,47	31,64	41,30
	Mujer	215	7,90 (5,20 - 10,60)	1,40 (1,00 - 2,00)	<LC	<LC	1,97	6,11	21,41	40,85	39,10
Edad	<30 años	73	8,90 (4,30 - 13,40)	1,90 (1,10 - 3,30)	<LC	<LC	2,11	11,29	30,30	40,79	34,20
	30-39 años	152	6,40 (4,40 - 8,40)	1,00 (0,70 - 1,50)	<LC	<LC	0,61	4,77	18,04	38,10	45,40
	40-49 años	96	6,20 (3,50 - 9,00)	1,30 (0,80 - 2,10)	<LC	<LC	1,50	6,06	16,83	24,16	39,60
	>49 años	73	7,50 (1,50 - 13,60)	1,30 (0,80 - 2,00)	<LC	<LC	1,95	5,25	13,88	22,54	35,60
Área	Galicia	33	5,90 (-1,20 - 13,00)	1,40 (0,90 - 2,40)	<LC	<LC	1,77	3,85	16,74	40,85	27,30
	Asturias-Cantabria	22	12,40 (-5,40 - 30,30)	1,50 (0,30 - 7,80)	<LC	<LC	1,06	8,73	60,11	60,11	36,40
	País Vasco	28	10,60 (5,60 - 15,70)	2,90 (0,90 - 10,00)	<LC	0,92	3,90	11,45	20,47	27,11	17,90
	Navarra-La Rioja-Aragón	30	4,00 (2,80 - 5,30)	2,00 (1,40 - 2,80)	<LC	1,38	3,50	4,74	11,58	13,86	20,00
	Cataluña	61	6,70 (1,80 - 11,70)	1,50 (0,90 - 2,40)	<LC	<LC	2,39	6,27	18,39	40,79	39,30
	Castilla y León	34	3,90 (-0,70 - 8,40)	0,90 (0,30 - 2,70)	<LC	<LC	0,30	5,38	9,45	16,83	44,10
	Madrid	43	8,60 (1,90 - 15,30)	1,10 (0,50 - 2,60)	<LC	<LC	1,48	3,93	7,02	73,06	41,90
	Cast.-Man.-Extremadura	31	7,10 (-0,60 - 14,80)	0,80 (0,30 - 2,40)	<LC	<LC	<LC	8,34	26,94	38,39	54,80
	C. Valenciana-Baleares	40	3,70 (2,40 - 5,00)	0,70 (0,40 - 1,30)	<LC	<LC	<LC	5,09	7,25	21,41	52,50
	Andalucía-Ceuta	52	10,10 (3,20 - 17,00)	1,70 (0,40 - 7,50)	<LC	<LC	1,53	18,92	30,30	32,90	44,20
	Murcia	13	0,70 (0,00 - 1,50)	0,30 (0,10 - 0,60)	<LC	<LC	<LC	<LC	2,79	2,91	76,90
	Islas Canarias	12	6,10 (-0,20 - 12,40)	1,50 (0,20 - 9,60)	<LC	<LC	5,25	10,56	12,39	24,69	33,30

Tabla 9.5.11. Comparativa con valores descritos en otros países.

HOMBRES		BIOAMBIENT.ES		CANADÁ ¹		EEUU ²	
Compuesto	Unidades	MG	P95	MG	P95	MG	P95
PBDE 47	ng/g lípidos	0,11	1	9,74	63,6	21,4	168
PBDE 28	ng/g lípidos	-	0,14	NA	NA	1,21	8,2
PBDE 99	ng/g lípidos	-	0,28	-	12,62	5,28	45,5
PBDE 183	ng/g lípidos	-	0,25	NA	NA	-	1,7
PBDE 100	ng/g lípidos	0,1	0,49	-	13,2	4,16	44,1
PBDE 153	ng/g lípidos	0,53	1,52	-	34,9	6,85	88,4

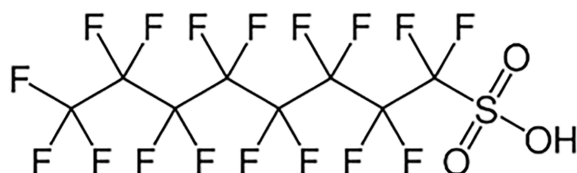
MUJERES		BIOAMBIENT.ES		CANADÁ ¹		EEUU ²	
Compuesto	Unidades	MG	P95	MG	P95	MG	P95
PBDE 47	ng/g lípidos	0,11	1,44	10,34	70,9	19,6	155
PBDE 28	ng/g lípidos	-	0,19	NA	NA	1,17	7,8
PBDE 99	ng/g lípidos	-	0,3	-	12,6	-	41,2
PBDE 183	ng/g lípidos	-	0,17	NA	NA	-	<1,7
PBDE 100	ng/g lípidos	0,1	0,52	-	15,2	3,72	33,3
PBDE 153	ng/g lípidos	0,38	1,19	-	34,2	4,78	54,5

NA= No Analizado. ¹ Health Canada, 2010; ² CDC, 2009.

9.6. Compuestos perfluorados

Los compuestos perfluorados (PFC) están formados por una cadena de entre 4 y 18 átomos de carbono, que se encuentra parcial o completamente fluorada, y un grupo terminal funcional de características polares. Dependiendo de este grupo funcional, los compuestos perfluorados pueden ser iónicos o neutros. Entre los primeros están los perfluoroalquil sulfonatos (PFSA), como el perfluorooctano sulfonato (PFOS); y los perfluoroalquil carboxilatos (PFCA), como el perfluorooctanoato (PFOA).

A)



B)

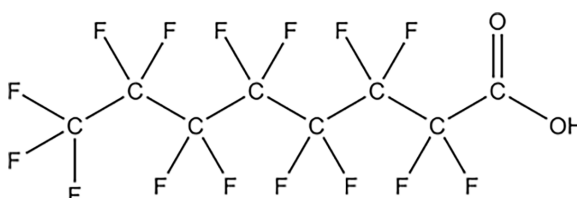


Figura 9.6.1. Estructura química del A) PFOS y B) PFOA

Dentro de los compuestos neutros están los perfluoroalquil sulfonamidas (FOSAS), como el perfluorooctano sulfonamida (PFOSA); perfluoroalquil sulfonamidaetanoles (FOSE) y alcoholes fluorotelomeros (FTOH) (ATSDR, 2022). El número de compuestos que forman parte de la familia de los PFC es muy numeroso, actualmente se comercializan más de 4000. Debido a la estabilidad del enlace carbono-flúor, los PFC iónicos son altamente resistentes a la degradación física, química y microbiana, así como metabólica, por lo que son persistentes en el medioambiente. En cambio, los PFC neutros no son tan estables y sufren procesos de degradación en la atmósfera o metabólicamente, pudiendo dar lugar en ocasiones a PFC iónicos. Por sus características hidrofóbicas y oleofóbicas, se utilizan en numerosos productos de consumo y procesos industriales, como por ejemplo fabricación de revestimientos de fluoropolímeros y productos resistentes al calor, el aceite, la grasa, las manchas y el agua. Los revestimientos de fluoropolímeros se utilizan en tejidos, muebles, adhesivos, envases alimentarios, revestimientos antiadherentes resistentes al calor y para el aislamiento de cables eléctricos.

En mayo de 2009, PFOS y sus sales fueron añadidos al Anexo B del Convenio de Estocolmo sobre COP.

En la figura 9.6.2. se representan las principales fuentes de exposición humana, matriz analizada y posibles efectos adversos en la salud.

En la figura 9.6.3. se presentan los resultados del sumatorio de PFHxS, PFOA, PFOS, PFNA, PFDA en suero según sexo, edad y área geográfica.

En las tablas 9.6.1.-6. se presentan los resultados descriptivos; media geométrica (MG), media aritmética (MA) y percentiles seleccionados en suero ($\mu\text{g/L}$) de una muestra representativa de la población adulta

trabajadora española, para PFHxS, PFOA, PFOS, PFNA, PFDA, N-MeFOSA, algunos de los más relevantes por su toxicidad y presencia en el medioambiente.

En la tabla 9.6.7 y figura 9.6.4. se presenta la comparativa de los valores de PFHxS, PFOA, PFOS, PFNA, PFDA y N MeFOSA hallados en BIOAMBIENT.ES con los valores descritos en otros países.

La tabla 9.6.8. recoge los valores guía basados en efectos en la salud descritos en la literatura para PFOS y PFOA. En la figura 9.6.4.-5. se representa el porcentaje de participantes en BIOAMBIENT.ES con niveles de PFOS y PFOA por encima de los valores guía basados en salud HBM I y HBM II, definidos por la Comisión Alemana de Biomonitorización Humana.

COMPUESTOS PERFLUORADOS		
FUENTES DE EXPOSICIÓN	MATRIZ	EFFECTOS
 Alimentos contaminados  Materiales textiles  Aguas contaminadas  Polvo doméstico  Productos de aseo personal	 Suero	 Carcinógeno  Sistema reproductivo  Disrupción endocrina  Obesidad  Sistema inmune

Figura 9.6.2. Infografía de los compuestos perfluorados: fuentes de exposición, matriz biológica analizada y posibles efectos adversos sobre la salud.

Sumatorio de PFOS, PFOA, PFNA, PFDA Y PFHxS en suero ($\mu\text{g/L}$)

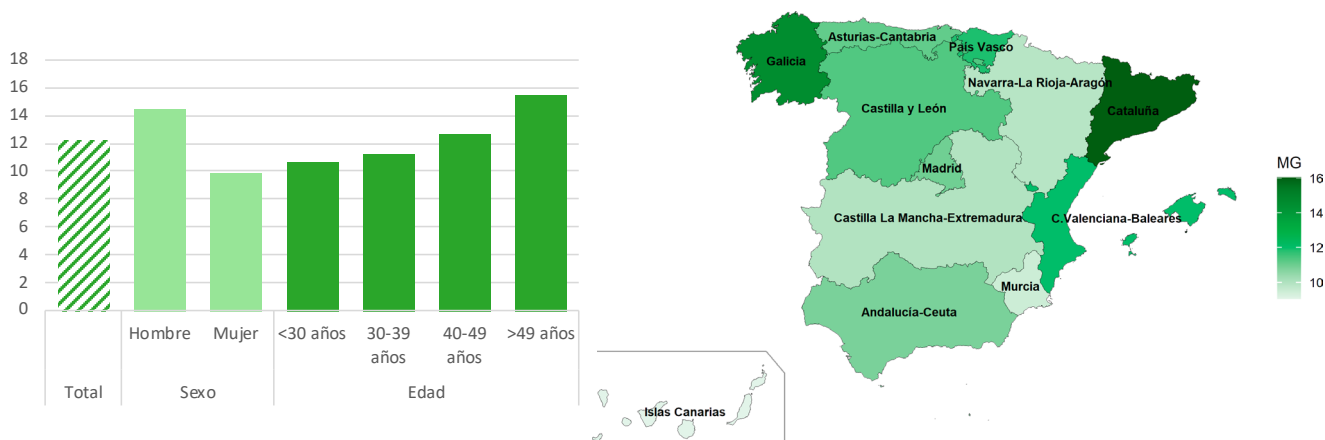


Figura 9.6.3. Resultados del sumatorio de los PFC evaluados en este estudio (PFOS, PFOA, PFHxS, PFNA y PFDA) en función del sexo, edad y área geográfica. MG= media geométrica

Tabla 9.6.1. Media aritmética (MA) media geométrica (MG) y percentiles seleccionados de la concentración de PFHxS en suero ($\mu\text{g/L}$), para la población estudiada. Porcentaje de muestras por debajo del límite de cuantificación (LC). LC= 0,34 $\mu\text{g/L}$.

Variable	Grupo	N	MA	MG	P10	P25	P50	P75	P90	P95	<LC (%)
Total		755	1,06 (0,87 - 1,25)	0,74 (0,67 - 0,81)	<LC	0,42	0,76	1,18	2,12	2,84	23,20
Sexo	Hombre	351	1,40 (1,12 - 1,67)	1,02 (0,91 - 1,16)	0,39	0,70	0,99	1,52	2,43	2,95	7,70
	Mujer	404	0,63 (0,51 - 0,75)	0,48 (0,43 - 0,54)	<LC	<LC	0,49	0,76	1,09	1,59	36,60
Edad	<30 años	130	0,75 (0,47 - 1,03)	0,53 (0,46 - 0,62)	<LC	<LC	0,49	0,83	1,16	1,47	30,80
	30-39 años	277	1,04 (0,70 - 1,37)	0,67 (0,58 - 0,78)	<LC	<LC	0,64	1,16	2,02	2,38	26,00
	40-49 años	194	1,16 (0,93 - 1,40)	0,85 (0,71 - 1,01)	<LC	0,52	0,88	1,35	2,39	2,84	22,20
	>49 años	148	1,22 (1,01 - 1,43)	0,94 (0,80 - 1,11)	<LC	0,66	0,94	1,50	2,43	2,95	12,80
Área	Galicia	59	0,80 (0,46 - 1,13)	0,65 (0,43 - 0,98)	<LC	0,41	0,66	1,01	1,53	1,88	20,30
	Asturias-Cantabria	35	0,62 (0,56 - 0,68)	0,51 (0,49 - 0,53)	<LC	<LC	0,51	0,89	1,07	1,13	34,30
	País Vasco	61	0,99 (0,84 - 1,14)	0,70 (0,59 - 0,82)	<LC	0,42	0,70	1,09	1,49	1,68	18,00
	Navarra-La Rioja-Aragón	54	0,80 (0,56 - 1,03)	0,55 (0,50 - 0,60)	<LC	<LC	0,55	0,97	1,41	2,05	33,30
	Cataluña	91	1,95 (0,92 - 2,98)	1,28 (0,90 - 1,83)	<LC	0,72	1,20	2,55	2,95	4,86	11,00
	Castilla y León	54	1,14 (0,40 - 1,88)	0,78 (0,54 - 1,11)	<LC	0,51	0,74	1,01	2,43	2,86	16,70
	Madrid	78	0,83 (0,62 - 1,03)	0,68 (0,55 - 0,85)	<LC	0,44	0,73	1,15	1,36	2,04	19,20
	Cast.-Man.-Extremadura	75	0,91 (0,51 - 1,30)	0,66 (0,52 - 0,84)	<LC	0,42	0,75	1,13	1,40	1,49	24,00
	C. Valenciana-Baleares	84	0,89 (0,82 - 0,96)	0,69 (0,62 - 0,77)	<LC	<LC	0,84	1,22	1,53	2,08	27,40
	Andalucía-Ceuta	94	0,94 (0,70 - 1,17)	0,73 (0,57 - 0,92)	<LC	0,39	0,81	1,24	2,02	2,29	23,40
	Murcia	33	1,00 (0,68 - 1,31)	0,54 (0,52 - 0,56)	<LC	<LC	0,50	0,85	1,49	5,03	36,40
	Islas Canarias	37	0,56 (0,55 - 0,57)	0,45 (0,43 - 0,47)	<LC	<LC	0,44	0,66	1,01	1,85	35,10

Tabla 9.6.2. Media aritmética (MA) media geométrica (MG) y percentiles seleccionados de la concentración de PFOA en suero ($\mu\text{g/L}$) para la población estudiada. Porcentaje de muestras por debajo del límite de cuantificación (LC). LC= 0,16 $\mu\text{g/L}$.

Variable	Grupo	N	MA	MG	P10	P25	P50	P75	P90	P95	<LC (%)
Total		755	2,45 (2,23 - 2,67)	2,07 (1,93 - 2,22)	1,09	1,40	2,03	2,99	4,37	5,48	0,00
Sexo	Hombre	351	2,69 (2,38 - 2,99)	2,31 (2,11 - 2,54)	1,27	1,59	2,23	3,19	4,95	6,23	0,00
	Mujer	404	2,14 (1,95 - 2,33)	1,79 (1,67 - 1,94)	0,92	1,25	1,68	2,72	3,72	4,77	0,00
Edad	<30 años	130	2,35 (2,13 - 2,57)	2,09 (1,91 - 2,29)	1,19	1,43	2,04	3,11	3,79	4,38	0,00
	30-39 años	277	2,19 (1,98 - 2,41)	1,88 (1,75 - 2,02)	1,03	1,32	1,89	2,60	3,69	4,64	0,00
	40-49 años	194	2,48 (2,02 - 2,94)	2,09 (1,80 - 2,44)	1,09	1,37	2,08	3,02	4,95	5,96	0,00
	>49 años	148	2,99 (2,46 - 3,52)	2,44 (2,10 - 2,84)	1,29	1,58	2,30	3,45	5,42	6,47	0,00
Área	Galicia	59	2,21 (1,64 - 2,79)	1,98 (1,51 - 2,58)	1,11	1,37	1,81	2,93	3,80	4,26	0,00
	Asturias-Cantabria	35	1,99 (1,92 - 2,06)	1,73 (1,52 - 1,97)	0,78	1,32	1,84	2,47	3,16	4,56	0,00
	País Vasco	61	2,35 (2,07 - 2,63)	1,95 (1,70 - 2,24)	1,09	1,30	1,98	2,90	4,17	5,77	0,00
	Navarra-La Rioja-Aragón	54	2,30 (1,83 - 2,77)	1,89 (1,59 - 2,26)	0,89	1,19	1,68	3,38	4,47	5,74	0,00
	Cataluña	91	3,40 (2,69 - 4,11)	2,93 (2,42 - 3,55)	1,45	1,98	3,11	4,95	6,32	6,47	0,00
	Castilla y León	54	2,46 (1,84 - 3,08)	2,06 (1,73 - 2,46)	1,16	1,48	2,01	2,64	3,95	5,14	0,00
	Madrid	78	2,35 (1,73 - 2,98)	1,96 (1,70 - 2,26)	1,09	1,40	1,89	2,74	3,34	5,78	0,00
	Cast.-Man.-Extremadura	75	1,92 (1,83 - 2,01)	1,73 (1,66 - 1,81)	1,01	1,32	1,71	2,28	3,22	3,44	0,00
	C. Valenciana-Baleares	84	2,77 (2,47 - 3,07)	2,31 (2,00 - 2,68)	1,17	1,41	2,42	3,42	4,44	5,41	0,00
	Andalucía-Ceuta	94	2,03 (1,80 - 2,26)	1,86 (1,67 - 2,07)	1,20	1,44	1,80	2,36	3,19	3,44	0,00
	Murcia	33	1,83 (1,77 - 1,90)	1,73 (1,65 - 1,81)	1,20	1,26	1,60	2,35	2,69	3,11	0,00
	Islas Canarias	37	1,61 (1,20 - 2,03)	1,33 (1,13 - 1,56)	0,60	0,94	1,26	1,83	3,45	3,90	0,00

Tabla 9.6.3. Media aritmética (MA) media geométrica (MG) y percentiles seleccionados de la concentración de PFOS en suero ($\mu\text{g/L}$) para la población estudiada. Porcentaje de muestras por debajo del límite de cuantificación (LC). LC= 0,33 $\mu\text{g/L}$.

Variable	Grupo	N	MA	MG	P10	P25	P50	P75	P90	P95	<LC (%)
Total		755	9,13 (8,30 - 9,96)	7,61 (7,11 - 8,14)	3,76	5,30	7,55	11,10	16,05	19,33	0,30
Sexo	Hombre	351	10,90 (9,58 - 12,23)	9,25 (8,38 - 10,22)	4,62	6,76	9,11	13,55	18,31	23,49	0,60
	Mujer	404	6,87 (6,32 - 7,42)	5,92 (5,49 - 6,38)	2,84	4,26	6,01	8,30	11,50	14,74	0,00
Edad	<30 años	130	7,35 (6,28 - 8,43)	6,44 (5,66 - 7,33)	3,34	4,68	6,36	8,69	13,39	16,97	0,00
	30-39 años	277	8,26 (7,53 - 8,99)	6,94 (6,49 - 7,42)	3,38	4,70	7,01	10,20	14,41	16,22	0,00
	40-49 años	194	9,17 (8,00 - 10,34)	7,81 (6,85 - 8,90)	3,97	5,71	8,15	12,14	15,52	19,01	1,00
	>49 años	148	12,14 (9,40 - 14,88)	9,91 (8,18 - 12,02)	4,74	6,68	9,32	15,33	27,72	34,46	0,00
Área	Galicia	59	12,85 (7,78 - 17,93)	10,45 (7,25 - 15,05)	5,25	7,19	9,32	13,72	24,91	34,07	0,00
	Asturias-Cantabria	35	8,72 (6,63 - 10,81)	7,66 (5,86 - 10,02)	4,15	5,24	7,46	9,92	16,77	17,75	0,00
	País Vasco	61	9,94 (9,29 - 10,58)	7,81 (5,92 - 10,31)	3,44	5,71	8,41	11,95	15,69	18,72	1,60
	Navarra-La Rioja-Aragón	54	7,71 (7,11 - 8,32)	6,29 (6,04 - 6,56)	2,84	4,00	5,68	10,09	15,51	18,31	0,00
	Cataluña	91	12,17 (9,09 - 15,25)	9,96 (8,00 - 12,40)	4,82	6,72	9,26	15,52	27,72	35,88	0,00
	Castilla y León	54	8,17 (7,66 - 8,67)	7,04 (6,65 - 7,44)	4,07	5,12	6,85	10,18	15,33	16,21	0,00
	Madrid	78	8,00 (7,51 - 8,49)	7,08 (6,49 - 7,72)	3,94	5,38	7,35	10,05	14,07	16,22	0,00
	Cast.-Man.-Extremadura	75	7,24 (6,70 - 7,78)	6,40 (5,85 - 7,00)	3,10	4,74	6,55	9,17	12,86	14,67	0,00
	C. Valenciana-Baleares	84	8,96 (7,31 - 10,62)	7,66 (6,38 - 9,18)	3,28	5,16	8,39	11,73	15,32	17,65	0,00
	Andalucía-Ceuta	94	7,80 (7,10 - 8,50)	6,86 (6,28 - 7,50)	3,38	4,68	7,40	9,95	13,04	14,93	0,00
	Murcia	33	6,85 (6,75 - 6,94)	6,04 (5,86 - 6,23)	3,23	3,82	6,03	9,52	11,57	13,01	0,00
	Islas Canarias	37	7,82 (4,92 - 10,71)	6,01 (5,38 - 6,71)	3,01	4,06	5,58	8,82	12,70	24,75	2,70

Tabla 9.6.4. Media aritmética (MA) media geométrica (MG) y percentiles seleccionados de la concentración de PFNA en suero ($\mu\text{g/L}$) para la población estudiada. Porcentaje de muestras por debajo del límite de cuantificación (LC). LC= 0,16 $\mu\text{g/L}$.

Variable	Grupo	N	MA	MG	P10	P25	P50	P75	P90	P95	<LC (%)
Total		755	1,13 (1,03 - 1,24)	0,97 (0,90 - 1,04)	0,51	0,66	0,94	1,37	1,93	2,48	0,10
Sexo	Hombre	351	1,19 (1,05 - 1,34)	1,03 (0,93 - 1,13)	0,55	0,70	0,98	1,43	2,10	2,48	0,30
	Mujer	404	1,06 (0,96 - 1,16)	0,90 (0,83 - 0,98)	0,49	0,62	0,86	1,29	1,77	2,63	0,00
Edad	<30 años	130	1,07 (0,93 - 1,21)	0,91 (0,82 - 1,01)	0,49	0,64	0,94	1,33	1,62	2,04	0,00
	30-39 años	277	1,04 (0,95 - 1,14)	0,90 (0,83 - 0,97)	0,50	0,60	0,85	1,33	1,78	2,16	0,00
	40-49 años	194	1,11 (0,97 - 1,26)	0,99 (0,89 - 1,10)	0,61	0,70	0,94	1,38	2,01	2,15	0,50
	>49 años	148	1,39 (1,09 - 1,69)	1,13 (0,96 - 1,34)	0,52	0,77	1,10	1,61	2,66	4,07	0,00
Área	Galicia	59	1,23 (0,85 - 1,61)	1,11 (0,80 - 1,54)	0,62	0,83	1,15	1,45	1,88	2,04	0,00
	Asturias-Cantabria	35	0,97 (0,87 - 1,06)	0,87 (0,78 - 0,96)	0,52	0,64	0,85	1,18	1,68	1,80	0,00
	País Vasco	61	1,15 (0,88 - 1,42)	0,92 (0,80 - 1,04)	0,49	0,66	0,90	1,45	1,64	2,44	1,60
	Navarra-La Rioja-Aragón	54	1,00 (0,69 - 1,30)	0,84 (0,67 - 1,06)	0,49	0,54	0,75	1,07	1,89	2,78	0,00
	Cataluña	91	1,54 (1,14 - 1,94)	1,29 (1,04 - 1,62)	0,61	0,78	1,28	2,01	2,65	4,07	0,00
	Castilla y León	54	1,06 (0,78 - 1,33)	0,90 (0,74 - 1,10)	0,53	0,64	0,90	1,26	1,55	1,90	0,00
	Madrid	78	0,93 (0,79 - 1,08)	0,84 (0,72 - 0,97)	0,46	0,60	0,83	1,13	1,48	1,82	0,00
	Cast.-Man.-Extremadura	75	0,95 (0,66 - 1,23)	0,84 (0,62 - 1,15)	0,49	0,64	0,87	1,10	1,61	1,96	0,00
	C. Valenciana-Baleares	84	1,12 (1,10 - 1,15)	1,00 (0,90 - 1,10)	0,52	0,75	1,02	1,43	1,72	2,33	0,00
	Andalucía-Ceuta	94	1,10 (0,92 - 1,29)	0,96 (0,86 - 1,07)	0,52	0,68	0,90	1,26	1,87	2,16	0,00
	Murcia	33	0,90 (0,87 - 0,93)	0,82 (0,82 - 0,82)	0,44	0,56	0,87	1,14	1,58	1,61	0,00
	Islas Canarias	37	1,10 (0,79 - 1,42)	0,86 (0,68 - 1,10)	0,41	0,52	0,82	1,31	2,66	3,28	0,00

Tabla 9.6.5. Media aritmética (MA) media geométrica (MG) y percentiles seleccionados de la concentración de PFDA en suero ($\mu\text{g/L}$) para la población estudiada. Porcentaje de muestras por debajo del límite de cuantificación (LC). LC= 0,20 $\mu\text{g/L}$.

Variable	Grupo	N	MA	MG	P10	P25	P50	P75	P90	P95	<LC (%)
Total		755	0,46 (0,40 - 0,52)	0,36 (0,33 - 0,39)	<LC	0,24	0,35	0,54	0,78	0,99	15,00
Sexo	Hombre	351	0,43 (0,36 - 0,51)	0,36 (0,32 - 0,40)	<LC	0,24	0,35	0,53	0,77	0,94	14,20
	Mujer	404	0,49 (0,40 - 0,59)	0,37 (0,33 - 0,41)	<LC	0,24	0,36	0,56	0,84	1,06	15,60
Edad	<30 años	130	0,38 (0,33 - 0,44)	0,33 (0,30 - 0,37)	<LC	0,24	0,31	0,49	0,63	0,86	17,70
	30-39 años	277	0,40 (0,34 - 0,45)	0,33 (0,30 - 0,37)	<LC	0,23	0,30	0,51	0,72	0,88	17,70
	40-49 años	194	0,52 (0,38 - 0,65)	0,38 (0,35 - 0,42)	<LC	0,25	0,36	0,54	0,74	0,99	12,40
	>49 años	148	0,54 (0,39 - 0,70)	0,42 (0,34 - 0,51)	<LC	0,25	0,39	0,68	0,97	1,59	11,50
Área	Galicia	59	0,54 (0,39 - 0,68)	0,46 (0,36 - 0,60)	0,22	0,34	0,45	0,73	1,06	1,15	5,10
	Asturias-Cantabria	35	0,44 (0,20 - 0,67)	0,36 (0,22 - 0,60)	<LC	0,28	0,33	0,41	0,90	1,00	11,40
	País Vasco	61	0,42 (0,34 - 0,50)	0,34 (0,28 - 0,43)	<LC	0,22	0,34	0,53	0,87	1,08	19,70
	Navarra-La Rioja-Aragón	54	0,35 (0,28 - 0,42)	0,30 (0,25 - 0,36)	<LC	<LC	0,29	0,48	0,62	0,68	25,90
	Cataluña	91	0,57 (0,29 - 0,84)	0,45 (0,31 - 0,64)	0,22	0,28	0,40	0,68	0,95	2,10	9,90
	Castilla y León	54	0,49 (0,35 - 0,64)	0,39 (0,31 - 0,50)	0,20	0,25	0,36	0,58	0,87	1,16	9,30
	Madrid	78	0,51 (0,32 - 0,69)	0,33 (0,28 - 0,38)	<LC	0,24	0,28	0,44	0,62	0,84	14,10
	Cast.-Man.-Extremadura	75	0,38 (0,23 - 0,52)	0,31 (0,24 - 0,40)	<LC	0,21	0,32	0,45	0,63	0,90	21,30
	C. Valenciana-Baleares	84	0,46 (0,43 - 0,49)	0,40 (0,37 - 0,43)	0,22	0,26	0,42	0,60	0,86	0,94	9,50
	Andalucía-Ceuta	94	0,37 (0,34 - 0,40)	0,31 (0,28 - 0,35)	<LC	0,22	0,29	0,45	0,70	0,80	18,10
	Murcia	33	0,38 (0,31 - 0,45)	0,34 (0,26 - 0,43)	<LC	0,25	0,36	0,51	0,64	0,72	12,10
	Islas Canarias	37	0,37 (0,22 - 0,52)	0,30 (0,21 - 0,43)	<LC	<LC	0,28	0,48	0,57	0,97	27,00

Tabla 9.6.7. Comparativa con valores descritos en otros países.

HOMBRES		BIOAMBIENT.ES		CANADÁ ¹		EEUU ²	
Compuesto	Unidades	MG	P95	MG	P95	MG	P95
PFHxS	µg/L	1,02	2,95	2,4	9,4	1,68	6,9
PFOA	µg/L	2,31	6,23	2,6	6	2,37	5,62
PFOS	µg/L	9,25	23,5	8,3	19	7,91	24,1
PFNA	µg/L	1,03	2,48	0,84	1,9	0,946	2,57
PFDA	µg/L	0,36	0,94	0,2	0,55	0,206	0,62
N_MeFOSAA	µg/L	-	<LC	NA	NA	-	0,72

MUJERES		BIOAMBIENT.ES		CANADÁ ¹		EEUU ²	
Compuesto	Unidades	MG	P95	MG	P95	MG	P95
PFHxS	µg/L	0,48	1,59	1,3	8,2	0,97	4,61
PFOA	µg/L	1,79	4,77	2	4,4	1,84	5,68
PFOS	µg/L	5,92	14,7	5,7	19	5,1	17,5
PFNA	µg/L	0,9	2,63	0,81	2,3	0,824	2,36
PFDA	µg/L	0,37	1,06	0,15	0,4	0,193	0,69
N_MeFOSAA	µg/L	-	<LC	NA	NA	-	0,69

NA= No Analizado. ¹ Health Canada, 2013, ² CDC, 2021.

Compuestos Perfluorados en suero $\mu\text{g/L}$

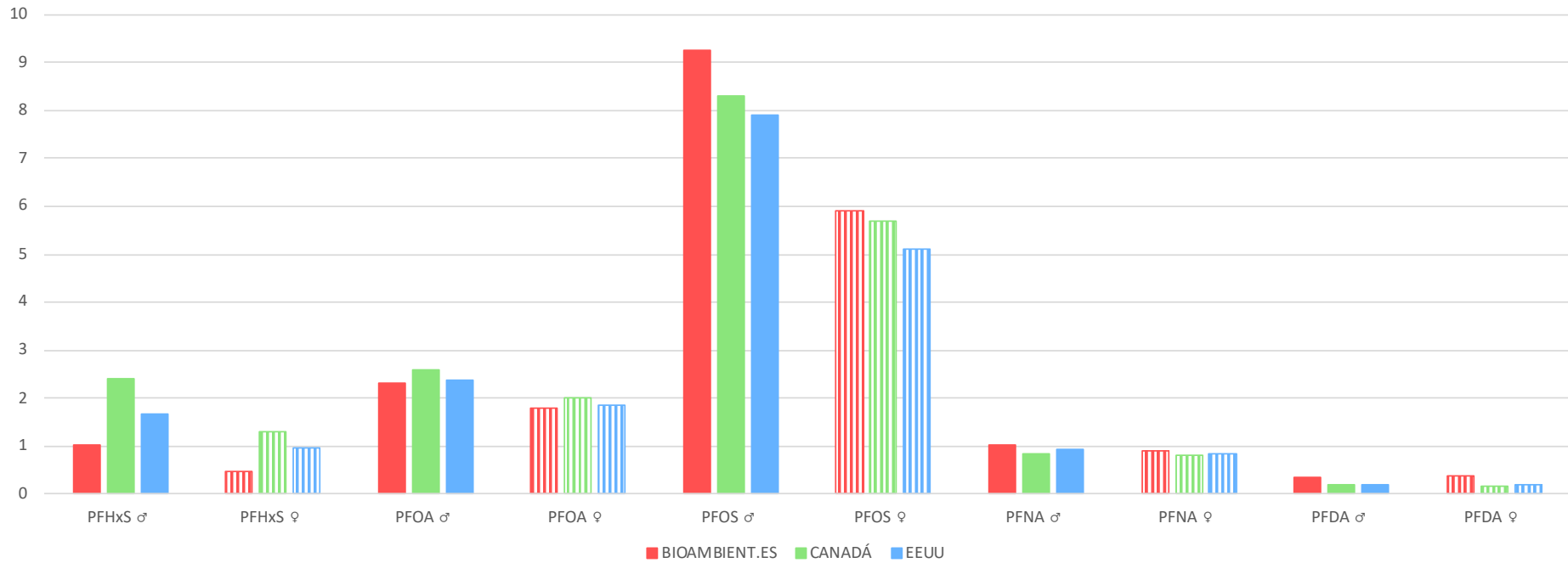


Figura 9.6.4. Gráfica comparativa de las medias geométricas (MG) obtenidas en BIOAMBIENT.ES con las descritas en otros países. Los hombres están representados en colores sólidos y las mujeres con trama de rayas.

Tabla 9.6.8. Valores guía basados en efectos en la salud.

Compuesto	N° CAS	Biomarcador	Grupo de edad	Fuente	Matriz	Valor guía de biomonitorización	Valor	Unidades	REF.
SULFONATO DE PERFLUOROOCCTANO (PFOS)	1763-23-1	(PFOS)	No especificado	German HBM Commission (2020)	Plasma	HBM-I	5	µg/L	1
						HBM-II	20	µg/L	1
ÁCIDO PERFLUOROOCCTANOICO (PFOA)	335-67-1	(PFOA)	No especificado	German HBM Commission (2020)	Plasma	HBM-I	2	µg/L	1
						HBM-II	10	µg/L	1

¹ Umweltbundesamt. 2020.

HBM I

74.3%
PFOA (µg/L)



46.4%
PFOS (µg/L)



HBM II

3.2%
*PFOS (µg/L)



12.7%
**PFOS (µg/L)



0.4%
*PFOA (µg/L)



3.1%
**PFOA (µg/L)



Figura 9.6.5.: Porcentaje de población de BIOAMBIENTES con niveles de PFAS por encima de los valores guía basados en salud, definidos por la Comisión Alemana de Biomonitorización Humana.

-HBM I población general PFOS=5 µg/L, PFOA =2 µg/L

-HBM II *PFOS población general =20 µg/L, ** Mujeres en edad fértil=10 µg/L;

-HBM II *PFOA población general=10 µg/L, ** Mujeres en edad fértil=5 µg/L,

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La contaminación ambiental y más concretamente la asociada a la presencia de sustancias químicas, puede producir efectos adversos en la salud, generando en última instancia, un incremento en los costes sociales y económicos, inherentes al incremento en la carga de enfermedad. A pesar de ello, la concienciación de la población y la inversión pública en esta materia continúan siendo insuficientes. Según un artículo recientemente publicado en la revista *Lancet*, (Fuller, *et al.*, 2022), en el año 2015, 9 millones de personas murieron como consecuencia de la contaminación, convirtiéndose ésta en el mayor factor de riesgo ambiental asociado a enfermedades y muertes prematuras. Por otro lado, la producción global de sustancias químicas crece a un ritmo del 3,5% anual, esperando que llegue a duplicarse en el año 2030. Por lo tanto, es necesario que organizaciones internacionales y gobiernos pongan su foco en la reducción de la contaminación ambiental y en un control más coherente de los productos químicos para proteger la salud de los seres vivos, fauna, ganadería, pesca, especies domésticas y el ser humano como eslabón final ahondando en la idea y el contexto de “una sola salud”.

Para alcanzar dicho objetivo no basta con el actual control de las sustancias químicas en origen, es decir en sus fuentes de exposición como el agua, el aire o los alimentos, sino que sería necesario establecer un ámbito regulatorio que abordase de forma directa los niveles de exposición interna de la población. A pesar de no estar regulado todavía este campo, ciertos países de nuestro entorno como Francia o Alemania disponen desde hace tiempo, de programas periódicos de biomonitorización humana (BMH), que permiten conocer los niveles de exposición interna a sustancias químicas de su población. En España, el estudio BIOAMBIENT.ES ha permitido generar una imagen real de la exposición de la población adulta trabajadora española a los principales contaminantes de interés en salud pública, en el momento en el que se desarrolló el estudio, cuya población se reclutó hace más de diez años. Sin embargo, teniendo en cuenta los cambios en hábitos de consumo, la evolución de la regulación de productos químicos (muchas nuevas prohibiciones y limitaciones de uso han entrado en vigor desde 2010) y la aparición continua de nuevas sustancias, se hace necesaria la realización periódica de este tipo de estudios para comprobar la efectividad de las medidas implantadas. Además, es necesaria su actualización constante, adecuándolos a las nuevas sustancias emergentes o de interés en cada momento, teniendo en cuenta sobre todo, el avance en el conocimiento de los efectos que producen en la salud, es decir, es preciso aplicar una proyección futura que permita obtener el máximo beneficio al esfuerzo realizado en este estudio.

Para implantar adecuadamente estos programas, sería deseable ampliar el marco legal actual en materia de protección y control de productos químicos, mediante la aprobación de normas específicas que regulen

los programas de BMH. En España se ha conseguido avanzar en esta línea, ya que se ha incluido la BMH como una línea prioritaria en el Plan Estratégico de Salud y Medio Ambiente (2022-2026), aprobado por los Ministerios de Sanidad y de Transición Ecológica, y en el que se define a la Comisión Nacional de BMH como la herramienta para establecer las prioridades, directrices y actuaciones futuras. Complementariamente, una Orden Ministerial, recientemente aprobada, regulará la composición y funciones de dicha Comisión Interministerial de BMH.

Según se ha evidenciado en estudios de investigación desarrollados en Europa ([HBM4EU](#)), así como en otros países como EEUU, la aproximación más adecuada sería asociar los programas de BMH a las Encuestas de Salud, de ámbito nacional o regional. De este modo, recogiendo de forma periódica información sanitaria y de exposición a contaminantes en una submuestra representativa de la población, se obtendría información tremendamente útil para el esclarecimiento de la relación entre exposición y enfermedad, ayudando a planificar y evaluar las actuaciones, no sólo en materia sanitaria, sino también en materia de regulación, control y gestión de productos químicos.

Para llevar a cabo la evaluación de los riesgos de las sustancias químicas en la salud de la población de una manera precisa, exhaustiva e integrada, la existencia de datos de exposición interna provenientes de los estudios de BMH complementaría la información de exposición externa proveniente de los programas de control de sustancias químicas en las principales fuentes de exposición; alimentos, aire, agua y productos de consumo. Para completar esta aproximación integrada, sería necesario ampliar la información disponible sobre toxicidad, efectos a largo plazo con bajas dosis de exposición, riesgos en la salud y efectos de mezclas de sustancias, ya que, para la mayoría de las sustancias químicas producidas a nivel industrial, no existen datos suficientes.

Los resultados de BIOAMBIENT.ES, confirman lo observado en otros países de nuestro entorno, demostrando que la población adulta trabajadora en España se encuentra expuesta a una mezcla de sustancias químicas, lo cual muy posiblemente se traduzca en efectos adversos en su salud a medio o largo plazo. Entre estas sustancias se encuentran contaminantes tradicionales, como el mercurio o el cadmio, sustancias que fueron prohibidas hace décadas como el pesticida DDT, el plomo o los PCB, sustancias reguladas o de uso restringido, como algunos PBDE y ftalatos, o incluso sustitutos de éstos como el Hexamol[®] DINCH o retardantes de llama emergentes, así como otros que no están regulados todavía pero que se encuentran entre las sustancias de mayor preocupación en la actualidad como son los compuestos perfluorados.

En el caso específico del mercurio, los patrones de consumo de pescado en España (cantidad y especies) justifican los niveles encontrados, de los más altos de Europa junto con otros países mediterráneos. Sin embargo, debido al carácter neurotóxico del mercurio y su efecto sobre el sistema nervioso en desarrollo, la verdadera preocupación no radica en la población adulta sino en las poblaciones vulnerables; niños y mujeres embarazadas, en edad fértil o periodo de lactancia. En ellas se recomienda controlar los niveles de exposición mediante estudios de BMH periódicos y siguiendo las recomendaciones dictadas por la Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición (AESAN) sobre consumo saludable de pescado.

Por el contrario, con respecto a la exposición a cadmio, los resultados demuestran que la población que debería ser objeto de seguimiento son las mujeres de edad en torno a los 50 años y superior, donde pueden darse situaciones de superación de los valores guía establecidos. En el caso de la población no fumadora,

el 90% de este contaminante proviene de la dieta, por lo que se podrían reducir los niveles de exposición a través del seguimiento de recomendaciones facilitadas por las autoridades alimentarias.

La población española está expuesta de forma continua y generalizada a ftalatos y a uno de sus sustitutos, el Hexamol[®] DINCH. Su uso generalizado en plásticos y en productos de consumo para mejorar sus propiedades, junto con el hecho de que no estén unidos químicamente al material al que son añadidos, hace que sean liberados al medio de forma continua, convirtiéndolos en sustancias ubicuas, siendo prácticamente imposible evitar la exposición a los mismos en la vida diaria. Las concentraciones más altas en comparación con EEUU o Canadá, las hemos encontrado para el MEP, un metabolito del DEP, que se utiliza en perfumería para desnaturalizar el alcohol y del que no se han descrito efectos adversos ni sobre el sistema endocrino ni el reproductor, por lo que está autorizado su uso en Europa. En otros casos y especialmente cuando comparamos el porcentaje de población expuesta a niveles que superen los valores guía en salud, sólo la suma de OXO MiDP y de OH MiDP metabolitos secundarios del DiDP o del DPHP ha mostrado una cifra significativamente alta en los participantes de BIOAMBIENT.ES, con más del 98% de ellos superando los valores de HBM I establecidos por la Comisión Alemana de BMH. Esta circunstancia unida a la evidencia de que muchos ftalatos son tóxicos para la reproducción, para el sistema nervioso o disruptores endocrinos, hace necesaria la vigilancia generalizada de los niveles en la población, controlando el porcentaje de la población en cada grupo de edad que supera los valores guía establecidos y promoviendo en paralelo las regulaciones necesarias para su prohibición o sustitución.

El hecho de que en zonas en las que existe mayor actividad agrícola se observen concentraciones superiores de plaguicidas organoclorados, y en zonas industriales del norte de España los niveles de PCB sean más elevados, pone de manifiesto la necesidad de llevar a cabo estudios de biomonitorización específicos en este tipo de áreas. Por el contrario, la presencia generalizada en la población de otros plaguicidas prohibidos hace décadas por su toxicidad, como el DDT, confirma su permanencia en el medioambiente y hace que sea necesario continuar con la vigilancia de los niveles de exposición de forma generalizada en estos casos.

Se ha evidenciado también la exposición de la población a retardantes de llama, tanto a los que ya fueron regulados y su uso se prohibió o restringió hace años, como a aquéllos emergentes que surgieron como sustitutos de los primeros y cuyo uso se ha extendido en los últimos años. Debido a su carácter persistente, conviene mantener la monitorización de los niveles encontrados en la población de ambos grupos de retardantes de llama, los primeros para comprobar la eficacia de las restricciones o prohibiciones y los segundos para controlar si los niveles han aumentado en los últimos años, en concordancia con el incremento en su uso.

Los compuestos perfluorados, objeto de gran preocupación en la actualidad, también se encontraron en la población española, ya en el año 2010. Aunque existen regulaciones específicas para algunos de ellos, actualmente se está trabajando en una futura regulación por grupo, de forma integrada, ya que ciertas sustancias pueden ser degradadas a compuestos perfluorados más persistentes como el PFOA y el PFOS, bajo condiciones ambientales o en el ser humano, considerándose por tanto precursores. La recomendación de una continua monitorización de estas sustancias en el medioambiente y en la población, considerando todos los grupos de edad, así como las sustancias alternativas que van surgiendo, se fundamenta en su ubicuidad, persistencia, movilidad, bioacumulación y toxicidad (disrupción endocrina, toxicidad en

la reproducción, efectos en el sistema inmune, entre otros). A todo ello se une el incremento progresivo en su uso para la fabricación de productos químicos, procesos y artículos.

Por lo tanto, a modo de resumen, es manifiesta la necesidad de llevar a cabo estudios de BMH de forma generalizada en nuestro país, definiendo prioridades por grupos específicos de población (niños, adolescentes, mujeres en edad fértil, mujeres embarazadas, o ancianos/mayores), o en zonas con mayores niveles de contaminación, en función de la sustancia/grupo de sustancias de interés.

Por último, es fundamental diseñar estrategias eficaces de comunicación y difusión de los resultados de los estudios de BMH, para llegar a todos los sectores de la población, desde los voluntarios que participan en los estudios, hasta los representantes políticos, pasando por los profesionales sanitarios, industrias o asociaciones implicadas. La comunicación de los resultados debe llevarse a cabo sin alarmar a la población, aportando herramientas que les permitan interpretar dicha información y si procede, facilitando consejos para reducir la exposición, contribuyendo de esa forma a la modificación de los hábitos de consumo.

AGRADECIMIENTOS

En primer nos gustaría agradecer a D. Jose Ignacio Elorrieta Pérez de Diego y D^a Ana Fresno, subdirector general y subdirectora adjunta, respectivamente, de Calidad del Aire y Prevención de Riesgos, en la Dirección General de Evaluación y Calidad Ambiental (actual MITERD) que en 2006 entendieron el componente ambiental que implican los estudios de biomonitorización humana, así como la necesidad de impulsarlos desde la administración central del estado. Con su entusiasmo fomentaron la colaboración entre, el entonces, Ministerio de Medioambiente (MMA) y el Instituto de Salud Carlos III (ISCIII) a través del Centro Nacional de Sanidad Ambiental (CNSA). La encomienda de gestión MMA-ISCIII para la *“Investigación sobre la presencia y vigilancia de contaminantes orgánicos persistentes y otras sustancias en humanos”* posibilitó el establecimiento de la línea de investigación en biomonitorización humana en el CNSA-ISCIII, marco en el que se desarrolló BIOAMBIENT.ES

Además de los colaboradores que aparecen referenciados en el capítulo correspondiente de esta monografía, nos gustaría agradecer especialmente el papel que han realizado los revisores de este trabajo:

Al profesor Nicolás Olea, catedrático de la Universidad de Granada, por su inestimable ayuda desde el planteamiento y a lo largo de todo el desarrollo de éste trabajo y además por revisar críticamente esta monografía. Sus sugerencias han sido de gran ayuda.

Al profesor Miguel Calero Lara, subdirector de Servicios Aplicados Formación e Investigación del ISCIII, aun con su apretadísima agenda ha sido capaz de encontrar tiempo para la revisión.

A D^a Rosa Cepeda por las facilidades y apoyo en el desarrollo del estudio durante su etapa de directora del CNSA y sus sugerencias en la revisión.

Finalmente, señalar que estudios de biomonitorización humana son muy complejos y precisan de la intervención de un gran número y diversidad de profesionales, pero sobre todo no podrían realizarse sin la participación desinteresada los voluntarios que generosamente donan sus muestras, su tiempo e intimidad proporcionando información de sus hábitos y estilo de vida, algo que resulta imprescindible para la interpretación de los resultados, vaya nuestro principal agradecimiento a todos ellos.

REFERENCIAS

Apel P, Angerer J, Wilhelm M, Kolossa-Gehring M. 2017. New HBM values for emerging substances, inventory of reference and HBM values in force, and working principles of the German Human Biomonitoring Commission. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 220, 152-166.

Apel P, Ougier E. 2017. HBM4EU first substance-group specific derivation of EU-wide health-based guidance values: Deliverable report D 5.2. Available: https://www.hbm4eu.eu/wp-content/uploads/2017/03/HBM4EU_D5.2_1st-substance-group-specific-derivation-of-EU-wide-health-based-guidance-values.pdf

ATSDR, Agency of Toxic Substances and Disease Registry. 1992. Toxicological Profile for Thallium. <https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp54.pdf>

ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry). 1999. Toxicological Profile for Mercury. US Department of Health and Human Services.

ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry). 2000. Toxicological Profile for Polychlorinated Biphenyls. US Department of Health and Human Services. (www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp68.html)

ATSDR (Agency of Toxic Substances and Disease Registry). 2003. Toxicological Profile for Selenium. <http://www.atsdr.cdc.gov/ToxProfiles/tp92.pdf>

ATSDR, Agency of Toxic Substances and Disease Registry. 2004. Toxicological Profile for Cobalt. <http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp33.pdf>

ATSDR (Agency of Toxic Substances and Disease Registry). 2007. Toxicological Profile for Lead. www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp13.html

ATSDR (Agency of Toxic Substances and Disease Registry). 2012. Toxicological Profile for Cadmium. <http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp5.pdf>

ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry). 2015. Toxicological Profile for Polybrominated Diphenyl Ethers (PBDEs). US Department of Health and Human Services. <http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp207.pdf>

ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry). 2022. Toxicological Profile for Perfluoroalkyls. <https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp200.pdf>

Barr D., Wilder L.C., Caudill S.P., Gonzalez J., Needham L.L., & Prikle J.L. 2005. Urinary Creatinine Concentrations in the U.S. Population: Implications for Urinary Biologic Monitoring Measurements. *Environmental Health Perspectives*, 113(2): 192–200.

Bartolomé M., Gallego-Picó A., Huetos O., Lucena M.A., Castaño A. 2016. A fast method for analysing six perfluoroalkyl substances in human serum by solid-phase extraction on-line coupled to liquid chromatography tandem mass spectrometry. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 408, 2159–2170.

Bartolomé M., Ramos J.J., Cutanda F., Esteban M., Calvo E., Huetos O., González O. and Castaño A. 2015. Urinary PAH metabolite levels in a representative sample of the Spanish adult population: the BIOAMBIENT.ES project. *Chemosphere*, 135, 436–46.

Basu, N., Horvat, M., Evers, D.C., Zastenskaya, I., Weihe, P., Tempowski, J., 2018. A state-of-the-science review of mercury biomarkers in human populations worldwide between 2000 and 2018. *Environ. Health Perspect.* 126 (10), 106001–106014. <https://doi.org/10.1289/EHP3904>.

Becker, K., Kaus, S., Krause, C., Lepom, Peter, Schulz C., Seiwert M. and Seifert B. 2002. German Environmental Survey 1998 (GerES III): environmental pollutants in blood of the German population. *Int. J. Hyg. Environ. Health* 205, 297 – 308.

Becker, K., Schulz C., Kaus, S., Seiwert M. and Seifert B. 2003. German Environmental Survey 1998 (GerES III): environmental pollutants in urine of the German population. *Int. J. Hyg. Environ. Health* 206, 15 – 24.

Bernert J.T., Turner W.E., Patterson D.G. Jr., Needham, L.L. 2007. Calculation of serum “total lipid” concentrations for the adjustment of persistent organohalogen toxicant measurements in human samples. *Chemosphere*, 68, 824–31.

Calafat and Needham. What additional factors beyond state-of-the-art analytical methods are needed for optimal generation and interpretation of biomonitoring data?. *Environ Health Perspect.* 2009. 117:1481-5. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20019895/>

Cañas A.I., Cervantes-Amat M., Esteban M., Ruíz-Moraga M., Pérez-Gómez B., Mayor J., BIOAMBIENT.ES and Castaño A. 2014. Blood lead levels in a representative sample of the Spanish adult population: the BIOAMBIENT.ES project. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 217, 452–459.

Castaño A., Sánchez-Rodríguez J.E., Cañas A., Esteban M., Navarro C., Rodríguez-García A.C., Arribas M., Díaz G. y Jiménez-Guerrero J.A. 2012. Mercury, lead and cadmium levels in the urine of 170 Spanish adults: A pilot human biomonitoring study. *International Journal of Hygiene and Environmental Health* 215, 191–195.

Castaño, A., Pedraza-Díaz, S., Cañas, A.I., Pérez-Gómez, B., Ramos, J.J., Bartolomé, M., Pärt, P., Soto, E.P., Motas, M., Navarro, C., Calvo, E., Esteban, M., on behalf of Bioambient.es, 2019. Mercury levels, in blood, urine and hair in a nation-wide sample of Spanish adults, *Science of the Total Environment*, 670: 262-270. DOI: [org/10.1016/j.envres.2019.05.023.8](https://doi.org/10.1016/j.envres.2019.05.023.8).

CDC (Centers for Disease Control and Prevention). 2005. Third National Report on Human Exposure to Environmental Chemicals. Department of Health and Human Services. Atlanta: CDC. www.cdc.gov

CDC, 2009. Fourth National Report on Human Exposure to Environmental Chemicals. 1999-2004. Atlanta, GA. <http://www.cdc.gov/exposurereport>.

CDC, 2021. Fourth National Report on Human Exposure to Environmental Chemicals: Updated Tables, March 2021. Volume Two: NHANES 2011-2016. Atlanta, GA. <https://www.cdc.gov/nchs/nhanes/>.

Choi, W., Kim, S., Baek, Y. W., Choi, K., Lee, K., Kim, S., Yu, S. do, & Choi, K. 2017. Exposure to environmental chemicals among Korean adults-updates from the second Korean National Environmental Health Survey (2012–2014). *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 220(2), 29–35. <https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2016.10.002>

Comisión Europea, 2003. Directiva 2003/11/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 6 de febrero de 2003)

Comisión Europea, 2019. Directiva 2007/19/CE, https://ec.europa.eu/health/scientific_committees/opinions_layman/es/ftalatos-material-escolar/figtableboxes/table-2.htm

Cornelis R, Heinzow B, Herber RFM, *et al.* Sample collection guidelines for trace elements in blood and urine. *Pure & Appl Chem*. 1995 ;67:1575–608.

Environment Canada and Health Canada 2015. State of the Science Report: Phthalate Substance Grouping – Medium-Chain Phthalate Esters. Minister of the Environment, Ottawa, ON. https://www.ec.gc.ca/ese-ees/4D845198-761D-428B-A519-75481B25B3E5/SoS_Phthalates%20%28Medium-chain%29_EN.pdf

EPA, US Environmental Protection Agency. 2009. Toxicological review of thallium and compounds https://cfpub.epa.gov/ncea/iris/iris_documents/documents/toxreviews/1012tr.pdf

Esteban M, Ruiz-Moraga M, Pérez-Gómez B, Castaño A; Grupo BIOAMBIENT.ES .2013. Practical features of the pre-analytical phase of the BIOAMBIENT.ES biomonitoring study *Gac Sanit*. 27(1):77-80.

Esteban M., Schindler B.K., Jiménez-Guerrero J.A., Koch H.M., Angerer J., Rosado M., Gómez S., Casteleyn L., Kolossa-Gehring M., Becker K., Bloemen L., Sepai O., Exley K., Schoeters G., Den Hond E., Knudsen L.E., Horvat M., Joas A., Joas R., Aerts D., Biot P., Borošová D., Davidson F., Dumitrascu I., Fischer M.E., Grandier M., Janasik B., Jones K., Kašparová L., Larssen T., Naray M., Nielsen F., Hohenblum P., Pinto R., Pirard C., Plateel G., Tratnik J.S., Wittsiepe J., EQUAS Reference Laboratories, Castaño A. 2015. Mercury analysis in hair: Comparability and quality assessment within the transnational CO-PHES/DEMOCOPHES project. *Environmental Research*, 141, 24–30

Fréry N, Saoudi A, Garnier R, Zeghnoun A, Falq G. 2011. Exposition de la population française aux substances chimiques de l'environnement. Saint-Maurice: Institut de veille sanitaire; 151 p. Disponible à partir de l'URL : <http://www.invs.sante.fr>

Fuller R, Landrigan PJ, Balakrishnan K, Bathan G, Bose-O'Reilly S, Brauer M, Caravanos J, Chiles T, Cohen A, Corra L, Cropper M, Ferraro G, Hanna J, Hanrahan D, Hu H, Hunter D, Janata G, Kupka R, Lanphear B, Lichtveld M, Martin K, Mustapha A, Sanchez-Triana E, Sandilya K, Schaeffli L, Shaw J, Seddon J, Suk W, Téllez-Rojo MM, Yan C. 2022. Pollution and health: a progress update. *Lancet Planet Health*. Jun;6(6):e535-e547.

Gómara B., Herrero L., González M.J. 2007. Feasibility of electron impact and electron capture negative ionization mass spectrometry for the trace determination of tri- to deca-brominated diphenyl ethers in human samples. *Analytica Chimica Acta* 597, 121–128.

Health Canada. 2010. Report on Human Biomonitoring of Environmental Chemicals in Canada: Results of the Canadian Health Measures Survey Cycle 1 (2007–2009). Health Canada Ottawa, Ontario K1A 0K9. Cat.: H128-1/10-601E ISBN: 978-1-100-15618-7

Health Canada. 2013. Second report on Human Biomonitoring of Environmental Chemicals in Canada: Results of the Canadian Health Measures Survey Cycle 2 (2009–2011). HC Pub.: 130019 Cat.: H128-1/10-601-1E-PDF ISBN: 978-1-100-22140-3. Ottawa, Ontario K1A 0K9.

Health Canada 2019. Fifth Report on Human Biomonitoring of Environmental Chemicals in Canada. Results of the Canadian Health Measures Survey Cycle 5 (2016-2017) <https://www.canada.ca/en/health-canada/services/environmental-workplace-health/reports-publications/environmental-contaminants/fifth-report-human-biomonitoring.html>

Huetos O., Bartolomé M., Aragonés N., Cervantes-Amat, M., Esteban M., Ruiz-Moraga M., Pérez-Gómez B., Calvo E., Vila M., Castaño A. 2014. Serum PCB levels in a representative sample of the SPANISH adult population: The BIOAMBIENT.ES project. *Science of the Total Environment*, 493, 834–844.

IARC, International Agency for Research on Cancer. 1975. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans – Volume 9: Some Aziridines, N-, S-, and O-Mustards, and Selenium. <http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol1-42/mono9.pdf>

IARC 1983. Polynuclear aromatic compounds, Part 1, Chemical, environmental and experimental data. IARC monographs on the evaluation of the carcinogenic risk of chemicals to humans 32, 1-453.

IARC (International Agency for Research on Cancer). 1993. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans – Volume 58: Beryllium, Cadmium, Mercury, and Exposure in the Glass Manufacturing Industry. World Health Organization.

IARC (International Agency for Research on Cancer). 2004. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risk to Humans – Volume 83: Tobacco Smoke and Involuntary Smoking. World Health Organization. Retrieved September 30, 2009, from www.monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol83/index.php

IARC, International Agency for Research on Cancer. 2006. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans – Volume 86: Cobalt in Hard Metals and Cobalt Sulfate, Gallium Arsenide, Indium Phosphide and Vanadium Pentoxide. <http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol86/mono86.pdf>

IARC (International Agency for Research on Cancer). 2012. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans – Volume 100C: Arsenic, Metals, Fibres & Dusts. <http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol100C/mono100C-8.pdf>

IARC (International Agency for Research on Cancer) 2013. IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans – Volume 101: Some chemicals present in industrial and consumer products, food and drinking-water. World Health Organization, Geneva.

IARC 2016. Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans Polychlorinated Biphenyls and Polybrominated Biphenyls Volume 107 (<http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol107/mono107.pdf>)

INE, Instituto Nacional de Estadística. Encuesta de Población Activa. 2007. <https://www.ine.es/daco/daco42/daco4211/epa0307.pdf>

INE, Instituto Nacional de Estadística. Encuesta de Población Activa. 2009. <https://www.ine.es/daco/daco42/daco4211/epa0409.pdf>

INSHT Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. 2014. Límites de exposición profesional para agentes químicos en España. <http://www.insht.es>

Koch H.M., Gonzalez-Reche L.M., Angerer J. 2003. On-line clean-up by multidimensional liquid chromatography-electrospray ionization tandem mass spectrometry for high throughput quantification of primary and secondary phthalate metabolites in human urine J. Chromatogr. Anal. Technol. Biomed. Life Sci., 784, 169–182

Koch H.M., Muller J., Angerer J. 2007. Determination of secondary, oxidised di-iso-nonylphthalate (DINP) metabolites in human urine representative for the exposure to commercial DINP plasticizers J. Chromatogr. B: Analyt. Technol. Biomed. Life Sci., 847 pp. 114–125.

Lamkarkach F, Ougier E, Garnier R, Viau C, Kolossa-Gehring M, Lange R, Apel P. 2021. Human biomonitoring initiative (HBM4EU): Human biomonitoring guidance values (HBM-GVs) derived for cadmium and its compounds. Environ Int. Feb;147:106337. doi: 10.1016/j.envint.2020.106337. Epub 2020 Dec 30. PMID: 33385924.

Lange R, Apel P, Rousselle C, Charles S, Sissoko F, Kolossa-Gehring M, Ougier E. 2021. The European Human Biomonitoring Initiative (HBM4EU): Human biomonitoring guidance values for selected phthalates and a substitute plasticizer. Int J Hyg Environ Health. May;234:113722. doi: 10.1016/j.ijheh.2021.113722. Epub 2021 Mar 9. PMID: 33711757.

López-Herranz, A., Cutanda, F., Esteban, M., Pollán, M., Calvo, E., Pérez-Gómez, B., Cortés, M.V. y Castaño, A. 2015. Cadmium levels in a representative sample of the Spanish adult population: The BIOAMBIENT.ES Project. Journal of Exposure Science and Environmental Epidemiology, 22:1-10. DOI:10.1038/jes.2015.25

MAGRAMA, Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. 2010. Inventario Nacional de Emisiones. http://www.magrama.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/sistema-espanol-de-inventario-sei-/90-13volumen2_tcm7-401254.pdf

OCDE. 1994. Serie de monografías sobre medio ambiente de la OCDE núm. 102. Monografía núm. 3 sobre reducción de riesgos: Retardantes de llama bromados seleccionados. Antecedentes y experiencia nacional en la reducción de riesgos. OCDE/GD (94) 96. OCDE, París, Francia.

Pérez-Gómez B, Pastor-Barriuso R, Cervantes-Amat M, Esteban M, Ruiz-Moraga M, Aragonés N, Pollán M, Navarro C, Calvo E, Román J, López-Abente G, Castaño A BIOAMBIENT.ES. 2013. BIOAMBIENT.ES study protocol: rationale and design of a cross-sectional human biomonitoring survey in Spain. Environ Sci Pollut Res Int. 20(2):1193-202.

PNA, Plan Nacional de Aplicación del Convenio de Estocolmo y del Reglamento (CE) N° 850/2004, sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes. 2012. Subdirección General de Calidad del Aire y Prevención de Riesgos del Ministerio del Medio Ambiente. http://www.magrama.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/productos-quimicos/pnestocolmofinal_31enero2007_tcm7-3187.pdf

Ramos J.J., Gómara B., Fernández M.A., González M.J. 2007. A simple and fast method for the simultaneous determination of polychlorinated biphenyls and polybrominated diphenyl ethers in small volumes of human serum. Journal of Chromatography A, 1152, 124–129

- Ramos J.J., Huetos O., González S., Esteban M., Calvo E., Pérez-Gómez B., Castaño A. Bioambient.es. 2017. Organochlorinated pesticides levels in a representative sample of the Spanish adult population: The Bioambient.es project. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 220, 217–226.
- Rockett J. C., Buck G. M., Lynch C. D., Perreaul, S. D. 2004. The value of home-based collection of biospecimens in reproductive epidemiology. *Environmental health perspectives*, 112(1), 94-104.
- Sánchez-Rodríguez J.E., Bartolomé M., Cañas A.I., Huetos O., Navarro C., Rodríguez A.C., Arribas M., Esteban M., López A., Castaño A. 2015. Anti-Smoking Legislation and its effects on urinary cotinine and cadmium levels” Jinny E. Sánchez-Rodríguez; *Environmental Research*, 136:227–33.
- Schulz C, Angerer J, Ewers U, Kolossa-Gehring M. 2007. The German Human Biomonitoring Commission. *Int J Hyg Environ Health*. 210 (3-4):373-382. <https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2007.01.035>.
- Spinreact. 2016. Determinación cuantitativa de creatinina, basado en el método de Jaffé [http://www.spinreact.com/files/Inserts/SERIE_SPINTECH_\(TKB\)/Bioquimica/TKBSIS13_CREATININA_02-2016.pdf](http://www.spinreact.com/files/Inserts/SERIE_SPINTECH_(TKB)/Bioquimica/TKBSIS13_CREATININA_02-2016.pdf)
- Spinreact. 2017. Determinación cuantitativa de colesterol en suero http://www.spinreact.com/files/Inserts/MX-BS800/MXBSIS48_CHOL_LIQ_2017.pdf
- Umweltbundesamt. 2020. Human Biomonitoring Commission (HBM Commission). Available: <https://www.umweltbundesamt.de/en/topics/health/commissions-working-groups/human-biomonitoring-commission-hbm-commission>
- UNEP (United Nations Environment Programme). 2002. Global Mercury Assessment. UNEP Chemicals, Geneva, Switzerland. Retrieved February 19, 2010, from www.chem.unep.ch/mercury/publications/default.htm.
- WHO, World Health Organization. 1996. Biological Monitoring of Chemical Exposure in the Workplace. Vol 1. http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/41856/1/WHO_HPR_OCH_96.1.pdf
- WHO, World Health Organization. 2000. Air Quality Guidelines for Europe. WHO Regional Office for Europe. 2nd Edition. From www.euro.who.int/InformationSources/Publications/Catalogue/20010910_6
- WHO, World Health Organization. 2003. Polychlorinated biphenyls: human health aspects. Concise International Chemical Assessment Document 55 (<http://www.who.int/ipcs/publications/cicad/en/cicad55.pdf>)
- WHO, World Health Organization. 2003. Selenium in drinking water. www.who.int/water_sanitation_health/dwq/chemicals/selenium/en/

ANEXOS

ANEXO I: Cuestionario epidemiológico

ESTUDIO "BIOMONITORIZACIÓN EN ESPAÑA" CUESTIONARIO EPIDEMIOLÓGICO



ESPACIO RESERVADO PARA ETIQUETA IDENTIFICATIVA

FECHA:
 (dd) (mm) (aaaa)

Nº de Historia:

PRESENTACIÓN

Muchas gracias por aceptar participar en este estudio. Le rogamos que rellene el siguiente cuestionario que contiene preguntas sencillas sobre hábitos de vida, sobre dieta y sobre su historia laboral.

Este cuestionario tiene como objeto recoger información sobre algunas características relativas a sus estilos de vida, tipo de dieta, entorno en el que reside, así como tipo de trabajo. Esta información se utilizará para investigar la relación entre los hábitos y características de las personas y el nivel que alcanzan algunos contaminantes en su organismo. Le garantizamos la confidencialidad de sus respuestas; sólo tendrá acceso a ellas el equipo de investigación y será tratada de forma anónima.

Gracias de nuevo por su colaboración.

INSTRUCCIONES

- Todas las preguntas tienen diversas opciones de respuesta. Deberá elegir **SÓLO UNA**, salvo que el enunciado de la pregunta diga expresamente que puede seleccionar varias. Cada opción tiene a su lado un número. Rodee con un círculo el número correspondiente a la opción que corresponda a su respuesta. Si se equivoca, tache la opción equivocada de esta forma , y rodee con un círculo la opción que crea conveniente.

- Algunas preguntas piden que conteste con un número. Por favor, utilice las casillas habilitadas para ello .

- En el cuestionario hay algunas preguntas que tienen varias columnas y filas con números, que representan diferentes opciones. En este tipo de preguntas debe contestar a cada una de las opciones que aparecen en las filas, rodeando con un círculo aquella respuesta que considere más apropiada.

- Recuerde que no hay opciones mejores ni peores, todas son igual de valiosas. Lo realmente importante es que conteste con la mayor sinceridad posible.

DATOS DE CLASIFICACIÓN

1. ¿Cuál es su fecha de nacimiento?

 (día) (mes) (año)

2. ¿Cuál es su sexo?

· Hombre.....1 · Mujer.....2

3. ¿Dónde nació? (nombre del municipio/provincia/país):

· Municipio

· Provincia

· País

4. ¿Cuál es su etnia?

· Blanca (Caucasiana).....1
 · Asiática.....2
 · Árabe (incluido Norte de África-Oriente Medio).....3
 · Amerindia.....4
 · Gitana.....5
 · Negra.....6
 · Otros.....7

5. ¿Hasta que nivel de estudios completó?

· Primaria incompleta1
 · Estudios primarios (hasta 6º de EGB o 6º de primaria).....2
 · Estudios secundarios (hasta 8º de EGB, Primer ciclo ESO, graduado escolar, bachillerato elemental), FPI.....3
 · Bachiller Superior (BUP, COU, Segundo ciclo ESO), FPII.....4
 · Universitarios grado medio5
 · Universitarios grado superior6
 · Otros, especificar

Le vamos a hacer ahora unas preguntas sobre su hogar y algunas exposiciones ambientales en el mismo

6. ¿Cuántos años lleva residiendo en.....? Si lleva menos de 1 año poner 0.

- España..... años
- Su municipio actual..... años
- Su actual domicilio..... años

7. ¿En qué tipo de entorno vive?

- Casco urbano.....1
- Urbanización.....2
- Campo.....3
- Zona industrial.....4
- Otros.....5

8. ¿En qué tipo de casa reside?

- Unifamiliar.....1
- Piso/apartamento.....2
- Otros (granja, caravana, camping).....3
- Especifique:

9. ¿Qué tipo de calefacción tiene en su casa?

- No hay calefacción1
- Calefacción eléctrica.....2
- Calefacción de gas.....3
- Calefacción de gasoil.....4
- Calefacción de carbón.....5
- Calefacción de madera (chimenea).....6
- Otros (especificar)

10. ¿Qué distancia aproximada hay desde su vivienda a una calle en la que el tráfico es muy frecuente (pasan vehículos constantemente)?

metros

11. ¿Con qué frecuencia pasan vehículos pesados (camiones, autobuses) al lado de casa?

Practicamente nunca	Poco	Con bastante frecuencia	Continuamente
1	2	3	4

12. Su piso o casa tiene al menos una ventana que de a una calle con tráfico muy frecuente?

- Sí.....1
- No.....2

13. ¿Hasta qué punto le molesta la contaminación atmosférica del exterior de su vivienda procedentes del tráfico, la industria, etc. si deja la ventana abierta?

No me molesta en absoluto					Molestia insoportable				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

14. ¿Ha utilizado plaguicidas o insecticidas en la última semana, en casa o en el trabajo?

- Sí1 → · En casa1
- No2 · En el trabajo.....2
- En ambos.....3

15. ¿Cuántas veces al mes o al año utiliza estos productos?

- veces/mes ó veces/año
- Nunca los uso.....9

16. ¿Utiliza estos productos en interiores o en el exterior?

- Interior.....1
- Exterior.....2
- Ambas.....3
- Nunca los uso.....9

Las próximas preguntas están referidas a su exposición al humo del tabaco

17. ¿Fuma o ha fumado a lo largo de su vida?

- Sí.....1
- No.....2

Si la respuesta anterior ha sido SI, responda por favor las siguientes preguntas. Si no ha fumado, pase ahora a la pregunta 21.

18. ¿A qué edad empezó a fumar?

años

19. Actualmente:

- Continúa fumando1
- Ya no fuma.....2

20. En caso de ser fumador, indique, por favor, cuánto ha fumado por término medio en la última semana:

- Cigarrillos /día
- Puros /día
- Pipa /día

21. Actualmente fuma alguna persona regularmente dentro de su casa? (no incluye cuando se fuma en ventanas, balcones o patios)

- Sí1 ¿Cuántas personas? años
- No2

22. ¿Comparte su espacio de trabajo con personas que fuman diariamente?

- Sí.....1
- No.....2

23. ¿Hasta qué punto le molesta el humo de las personas con las que comparte su espacio de trabajo?

No me molesta en absoluto					Molestia insoportable				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

24. ¿Cuánto tiempo como promedio diario acostumbra usted a estar en ambientes cargados de humo del tabaco?

	Nada	Menos de 1 hora	De 1 a 4 horas	Más de 4 horas
Lunes a Jueves	1	2	3	4
Viernes a Domingo	1	2	3	4

El agua que utiliza para beber o cocinar

25. ¿Qué cantidad de agua del grifo bebe en promedio cada día? Si no bebe agua del grifo, por favor, ponga 0,0 litros.

Litros

26. ¿De dónde obtiene usted el agua para preparar la comida?

- Abastecimiento público.....1
- Pozo particular.....2
- Agua embotellada.....3
- No sabe.....4
- Otros (especificar)

27. El agua que utiliza en su casa para beber o cocinar, ¿es agua filtrada (filtros de carbón activo u otros, tipo Brita, etc.)?

· No.....1 · Sí.....2 · No sabe.....3

Las preguntas que vienen a continuación son para complementar a la información sobre su trabajo, que ya figura en su historia

28. Su trabajo actual es:

· A tiempo completo.....1
· Jornada partida.....2
· Estacional.....3
· Ocasional.....4

29. Sus actividades se desarrollan:

· La mayor parte del tiempo al aire libre.....1
· En el interior.....2
· Por igual, al interior y al exterior.....3

30. En sus actividades laborales maneja usted productos que contienen arsénico:

· Sí.....1 · No.....2 · No sé.....3

En caso afirmativo especifique cuáles:

.....

Ahora vamos a recoger algunos datos de su historia médica y dental

31. ¿Ha perdido peso en los últimos 6 meses? ¿Cuántos Kg ha perdido? Si no ha perdido peso, por favor, ponga 0 Kg.

Kilogramos

32. ¿Está usted diagnosticado de alguna enfermedad crónica?

· Sí.....1
· No.....2

33. ¿Algún médico le ha diagnosticado alguna vez, alguna de las siguientes enfermedades? (marque todas las que proceda)

· Ninguna.....1
· Insuficiencia renal.....2
· Alteraciones de la glándula tiroideas.....3
· Cirrosis o hepatitis crónica.....4
· Otros (especificar)

34. ¿Ha visitado al dentista en el último año?

· Sí.....1 · No.....2

35. ¿Tiene usted empastes en la boca?

· Sí.....1
· No.....2 → (pase a pregunta 38, por favor)

36. Por favor, indique el número de empastes que tiene

empastes negros (amalgamas)

empastes blancos (composite)

37. ¿Le han hecho algún empaste durante el último año?

· Sí.....1 → · Negro.....1
· No.....2 · Blanco.....2
· No sabe.....3

38. ¿Ha tenido usted problemas de infertilidad?

· Sí.....1 · No.....2

39. ¿Cuántos hijos ha tenido y cuántos abortos?

Hijos Abortos

40. ¿Ha dado usted de mamar a alguno de sus hijos, y cuántos meses en total (juntando todos)?

Hijos que han mamado

Meses (todos los hijos)

Esta parte de la encuesta es para conocer la dieta que ha seguido en los últimos meses. Cuando un alimento no se adapte plenamente a su consumo habitual, trate de aproximar su respuesta a las cantidades indicadas.

¿Con qué frecuencia ha consumido usted los siguientes grupos de alimentos en el último año en promedio?

Grupos de alimentos	Nunca ó < 1 mes	1-3 por mes	1 por sem	2-4 por sem	5-6 por sem	1 por día	2-3 por día	4-5 por día	6+ por día
1. Fruta fresca	1	2	3	4	5	6	7	8	9
2. Carne [pollo, ternera, cerdo, cordero, ...]	1	2	3	4	5	6	7	8	9
3. Huevos	1	2	3	4	5	6	7	8	9
4. Pescado	1	2	3	4	5	6	7	8	9
5. Pasta, arroz, patatas, ...	1	2	3	4	5	6	7	8	9
6. Pan, cereales, ...	1	2	3	4	5	6	7	8	9
7. Verduras y hortalizas	1	2	3	4	5	6	7	8	9
8. Legumbres	1	2	3	4	5	6	7	8	9
9. Embutidos y fiambres	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10. Productos lácteos (leche, queso, yogur, ...)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
11. Dulces [galletas, bollería, mermeladas, ...]	1	2	3	4	5	6	7	8	9

Ahora queremos que nos detalle su consumo de pescado. ¿Con qué frecuencia consumió en promedio durante el último año los siguientes tipos de pescados?

Tipos de pescado y marisco	Nunca ó < 1 mes	1-3 por mes	1 por sem	2-4 por sem	5-6 por sem	1 por día	2-3 por día	4-5 por día	6+ por día
Pescado frito variado (1 plato mediano o ración)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Pescado BLANCO: merluza, lenguado, dorada (1 plato o ración)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Pescado AZUL: atún, emperador, bonito, cazón o bienmesabe (plato o ración)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Otros pescados azules: caballa, sardinas, boquerón/anchos, salmón	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Una lata pequeña de conserva de atún o bonito en aceite	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Una lata pequeña de conserva de sardinas o caballa en aceite	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Pescados en salazón y/o ahumados: anchos, bacalao, salmón (1/2 ración, 50g)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Almejas, mejillones, ostras (1 ración, 100 g)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Calamares, chipirones, sepia, choco, pulpo (1 ración o plato, 100 g)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Marisco: gambas, cangrejo, langostino, langosta (1 ración 100 g)	1	2	3	4	5	6	7	8	9

Y ahora, pensando sólo en la última semana ¿ha comido usted alguno de estos tipos de pescado o marisco? (En caso afirmativo, rodee con un círculo el 2 en el tipo de pescado correspondiente y a continuación anote el n° de veces totales en los 7 días)

Tipos de pescado y marisco en la última semana	SI	VECES (Total en los 7 días)	NO
Pescado frito variado (1 plato mediano o ración)	2		1
Pescado BLANCO: merluza, lenguado, dorada (1 plato o ración)	2		1
Pescado AZUL: atún, emperador, bonito, cazón o bienmesabe (plato o ración)	2		1
Otros pescados azules: caballa, sardinas, boquerón/anchos, salmón	2		1
Una lata pequeña de conserva de atún o bonito en aceite	2		1
Una lata pequeña de conserva de sardinas o caballa en aceite	2		1
Pescados en salazón y/o ahumados: anchos, bacalao, salmón (media ración, 50g)	2		1
Almejas, mejillones, ostras (1 ración, 100 g)	2		1
Calamares, chipirones, sepia, choco, pulpo (1 ración o plato, 100 g)	2		1
Marisco: gambas, cangrejo, langostino, langosta (1 ración 100 g)	2		1

Queremos que nos detalle un poco su consumo de bebidas. ¿Con qué frecuencia consume los siguientes tipos de bebidas?

Bebidas	Nunca ó < 1 mes	1-3 por mes	1 por sem	2-4 por sem	5-6 por sem	1 por día	2-3 por día	4-5 por día	6+ por día
Refrescos normales de cola, naranja, limón [ej. coca-cola, fanta] (Uno, 250 cc)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Refrescos sin azúcar cola, naranja, limón [ej. Coca-cola o pepsi light] (Uno, 250 cc)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Agua del grifo de abastecimiento público (1 vaso, 250 cc)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Agua de pozo particular (1 vaso, 250 cc)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Agua embotellada (1 vaso, 250 cc)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Zumo de frutas envasado (1 vaso o envase de 200cc)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Café (1 taza)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Té (1 taza)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Vino tinto (1 vaso, 125 cc)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Vino blanco o rosado (1 vaso, 125 cc)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Jerez, vinos secos, vermú (copa, 50 cc)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Cerveza (una caña o botellín 1/5, 200 cc)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Licores (20-25°): de frutas (manzana), de crema (Catalana, Bayleys) (1 copa, 50 cc)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Brandy, ginebra, ron, whisky, vodka, aguardientes 40° (1 copa, 50 cc)	1	2	3	4	5	6	7	8	9

GRACIAS POR SU INESTIMABLE COLABORACIÓN EN ESTE ESTUDIO

ANEXO II: Factores de conversión

Las concentraciones de los compuestos también se pueden expresar en unidades molares, (mol/L o $\mu\text{mol/L}$). A continuación, se presenta la fórmula para la conversión de $\mu\text{g/L}$ a $\mu\text{mol/L}$ y así facilitar la comparación de los resultados con los obtenidos en otros estudios.

<i>Familia</i>	Compuesto	Peso Molecular (g/mol)	FC ($\mu\text{g/L} \rightarrow \mu\text{mol/L}$)	
<i>Metales</i>	Cd	112,41	0,00890	
	Co	58,93	0,01697	
	Hg	200,59	0,00499	
	Pb	207,20	0,00483	
	Se	78,96	0,01266	
	Ta	204,38	0,00489	
<i>Metabolitos</i>	1-HP	218,26	0,00458	
<i>HAP</i>	Σ hidroxifenantrenos	976,15	0,00102	
<i>PCB</i>	28	257,54	0,00388	
	52	291,99	0,00342	
	101	326,44	0,00306	
	138	360,88	0,00277	
	153	360,88	0,00277	
	180	395,33	0,00253	
	<i>Plaguicidas organoclorados</i>	aldrín	364,91	0,00274
		endrín	380,91	0,00262
		heptacloro	372,32	0,00268
		heptacloro epóxido	388,32	0,00257
		dieldrín	380,91	0,00262
		4,2-DDT	354,49	0,00282
		4,4-DDT	354,49	0,00282
		4,2-DDE	318,03	0,00314
		4,4-DDE	318,03	0,00314
		HCB	284,78	0,00351
$(\alpha, \beta \text{ o } \gamma)$ -HCH	290,83	0,00344		

<i>Familia</i>	Compuesto	Peso Molecular (g/mol)	FC ($\mu\text{g/L} \rightarrow \mu\text{mol/L}$)
<i>PBDE</i>	28	406,90	0,00246
	47	485,79	0,00206
	100	564,69	0,00177
	99	564,69	0,00177
	154	643,69	0,00155
	153	643,69	0,00155
	183	715,45	0,00140
<i>Perfluorados</i>	PFHxS	400,11	0,00250
	PFOA	414,07	0,00242
	PFOS	500,13	0,00200
	PFNA	468,08	0,00214
	PFDA	514,09	0,00194
	N-MeFOSA	513,17	0,00195

$\mu\text{mol/L} = \text{FC } \mu\text{g/L}$ FC: Factor de conversión (1/Peso molecular)

ANEXO III: Creatinina y lípidos

III.1 Creatinina

Valores descriptivos de la concentración de creatinina (g/L) en la orina de la población participante en Bioambient.es. Media aritmética (MA), media geométrica (MG), percentiles seleccionados y porcentaje de muestras fuera del intervalo de aceptación (0,3-3 g/L, WHO, 1996).

N	MA	MG	P10	P25	P50	P75	P90	P95	> 3g/L (%)	< 0,3 g/L (%)
1848	1,57	1,39	0,7	1,03	1,53	1,99	2,55	2,84	2,71	1,52

III.2 Lípidos totales

Valores descriptivos de la concentración de lípidos (g/L) en las muestras de suero de los participantes en bioambient.es. Media aritmética (MA), media geométrica (MG), percentiles seleccionados. La concentración de lípidos totales en suero se determinó mediante la siguiente fórmula (Bernert *et al.*, 2007):

Lípidos Totales= 2.27 * (Colesterol Total) + Triglicéridos + 0.62 (g/L).

N	MA	MG	P10	P25	P50	P75	P90	P95
1880	6.02	5.89	4.64	5.16	5.85	6.64	7.49	8.23

ANEXO IV: Listado de acrónimos y abreviaturas

Σ HPh	Sumatorio de hidroxifenantrenos
1-HP	1-hidroxipireno
AAS	Espectroscopía de absorción atómica (siglas en inglés)
AESAN	Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición
AMAP	Programa de Evaluación y Monitorización del Ártico (en inglés)
ATSDR	Agencia Sustancias Tóxicas y Registro de Enfermedades (en inglés)
BE	Equivalentes de biomonitorización (siglas en inglés)
BMH	Biomonitorización humana
BSEF	Foro Medioambiental de la Ciencia del Bromo (siglas en inglés)
BTBPE	1,2-bis (2,4,6-tribromofenoxi) etano
Cd	Cadmio
CDC	Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades (en inglés)
CE	Comisión Europea
CNE	Centro Nacional de Epidemiología
CNSA	Centro Nacional de Sanidad Ambiental
COP	Contaminantes orgánicos persistentes
DBDPE	Decabromodifeniletano
DDE	2,2-bis (4-clorofenil)-1,1-dicloroeteno
DDT	Diclorodifeniltricloroetano
DEHP	Di (2-etilhexil) ftalato
DEP	Dietil ftalato
DiDP	Diisodecil ftalato

<i>DINCH</i>	Diisononil ciclohexan-1,2-dicarboxilato
<i>DMA</i>	Analizador Directo de Mercurio (siglas en inglés)
<i>DRC</i>	Celda de reacción dinámica (siglas en inglés)
<i>ECHA</i>	Agencia Europea de Productos Químicos (siglas en inglés)
<i>EHAP</i>	Plan de Acción Europeo de Medioambiente y Salud (en inglés)
<i>EI</i>	Impacto electrónico (siglas en inglés)
<i>ENAC</i>	Entidad Nacional de Acreditación
<i>EPA</i>	Agencia de Protección Ambiental de EE.UU. (siglas en inglés)
<i>EPA</i>	Encuesta de población activa
<i>ESBIO</i>	Grupo Europeo de Expertos en Biomonitorización Humana (inglés)
<i>FD</i>	Detector de fluorescencia (siglas en inglés)
<i>FOSAS</i>	Perfluoroalquil sulfonamidas
<i>GC</i>	Cromatografía de gases (siglas en inglés)
<i>GC-MS</i>	Cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas (inglés)
<i>GC-MS/MS</i>	CG acoplada a espectrometría de masas en modo tándem (inglés)
<i>G-EQUAS</i>	Programa alemán de aseguramiento de calidad (siglas en alemán)
<i>HAP</i>	Hidrocarburos aromáticos policíclicos
<i>HB2GV</i>	Valores guía de BMH basados en salud Dashboard (siglas en inglés)
<i>HBM</i>	Biomonitorización humana (siglas en ingles)
<i>HBM I y HBM II</i>	Valores guía de BMH basados en salud Comisión Alemana BMH (siglas en inglés)
<i>HBMGV</i>	Valores guía de BMH basados en salud –HBM4EU (siglas en ingles)
<i>HCB</i>	Hexaclorobenceno
<i>HCH</i>	Hexaclorociclohexano

Hg	Mercurio
HPLC	Cromatografía de líquidos
IARC	Agencia Internacional de Investigación sobre el Cáncer (en inglés)
IC	Intervalo de confianza
ICP-MS	Espectrometría masas con plasma acoplamiento inductivo (inglés)
INE	Instituto Nacional de Estadística
INSHT	Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo
IOM	Instituto de Medicina (EE.UU.) (siglas en inglés)
IPCS	Programa Internacional de Seguridad Química (siglas en inglés)
ISCIII	Instituto de Salud Carlos III
IUPAC	Unión Internacional de Química Pura y Aplicada (siglas en inglés)
LD	Límite de detección
LLE	Extracción líquido-líquido (siglas en inglés)
LC	Límite de cuantificación
MA	Media aritmética
MAGRAMA	M° de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente
MEP	Monoetil ftalato
MG	Media geométrica
MITERD	Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico
MRL	Nivel mínimo de riesgo (siglas en inglés)
MS	Espectroscopía de masas (siglas en inglés)
MS/MS	Espectroscopía de masas en modo tándem (siglas en inglés)
NBFR	Nuevos retardantes de llama bromados (siglas en inglés)

<i>NCI</i>	Ionización química negativa (siglas en inglés)
<i>NHANES</i>	Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (EE.UU) (siglas en inglés)
<i>N-MeFOSA</i>	N-metil perfluorooctano sulfonamida
<i>CAS</i>	Número registro del servicio de resúmenes químicos EE.UU (inglés)
<i>OCPs</i>	Plaguicidas organoclorados
<i>P</i>	Percentil
<i>Pb</i>	Plomo
<i>PBDEs</i>	Polibromo difeniléteres
<i>PCB</i>	Bifenilos policlorados
<i>PCDD</i>	Policloro dibenzo-p-dioxina
<i>PCDF</i>	Policloro dibenzofurano
<i>PESMA</i>	Plan estratégico de salud y medioambiente.
<i>PFC</i>	Compuestos perfluorados
<i>PFDA</i>	Ácido perfluorodecanoico
<i>PFHxS</i>	Sulfonato de perfluorohexano
<i>PFNA</i>	Ácido perfluorononanoico
<i>PFOA</i>	Ácido perfluorooctanoico
<i>PFOS</i>	Sulfonato de perfluorooctano
<i>PFSA</i>	Perfluoroalquil sulfonatos
<i>PNA</i>	Plan Nacional de Aplicación
<i>ppb</i>	Partes por billón
<i>ppm</i>	Partes por millón
<i>QC/QA</i>	Aseguramiento y control de la calidad (siglas en inglés)

QMEQAS	Programa multielemental de aseguramiento externo de calidad de Quebec (inglés)
Se	Selenio
SIM	Monitorización selectiva de iones (siglas en inglés)
SPE	Extracción en fase sólida (siglas en inglés)
TDI	Ingesta diaria tolerable (siglas en inglés)
Tl	Talio
UNEP	Programa Medioambiental de Naciones Unidas (siglas en inglés)
WHO	Organización Mundial de la Salud (siglas en inglés)

ANEXO V: Publicaciones científicas



Esteban-López M., Arrebola J.P., Juliá M., Pärt P., Soto E., Cañas A.I., Pedraza-Díaz S., González-Rubio J., Castaño A. (2022). Selecting the best non-invasive matrix to measure mercury exposure in human biomonitoring surveys. *Environment Research* 204(Pt D):112394. doi: 10.1016/j.envres.2021.112394



Arrebola J.P., Ramos J.J., Bartolomé M., Esteban M., Huetos O., Cañas A.I., López-Herranz A., Calvo E., Pérez-Gómez B., Castaño A.; BIOAMBIENT.ES (2019) Associations of multiple exposures to persistent toxic substances with the risk of hyperuricemia and subclinical uric acid levels in BIOAMBIENT.ES study. *Environment International* 123:512-521. doi: 10.1016/j.envint.2018.12.030.



Castaño A., Pedraza-Díaz S., Cañas A.I., Pérez-Gómez B., Ramos J.J., Bartolomé M., Pärt P., Soto E.P., Motas M., Navarro C., Calvo E., Esteban M., BIOAMBIENT.ES. (2019) Mercury levels in blood, urine and hair in a nation-wide sample of Spanish adults. *Science of Total Environment* 20; 670:262-270. doi: 10.1016/j.scitotenv.2019.03.174



Arrebola J.P., Castaño A., Esteban M., Bartolomé M., Pérez-Gómez B., Ramos J.J.; BIOAMBIENT.ES. (2018) Differential contribution of animal and vegetable food items on persistent organic pollutant serum concentrations in Spanish adults. Data from BIOAMBIENT.ES project. *Science of Total Environment* 634:235-242. doi: 10.1016/j.scitotenv.2018.03.283.



Ramos J.J., Huetos O., González S., Esteban M., Calvo E., Pérez-Gómez B., Castaño A. Bioambient.es. (2017). Organochlorinated pesticides levels in a representative sample of the Spanish adult population: The Bioambient.es project. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 220, 217–226. doi:10.1016/j.ijheh.2016.10.005



Bartolomé M., Gallego-Picó A., Cutanda F., Huetos O., Esteban M., Pérez-Gómez B.; BIOAMBIENT.ES, Castaño A. (2017) Perfluorinated alkyl substances in Spanish adults: Geographical distribution and determinants of exposure. *Science of Total Environment* Dec 15;603-604:352-360. doi: 10.1016/j.scitotenv.2017.06.031



Bartolomé M., Gallego-Picó A., Huetos O., Lucena M.A., Castaño A. (2016). A fast method for analysing six perfluoroalkyl substances in human serum by solid-phase extraction on-line coupled to liquid chromatography tandem mass spectrometry. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 408, 2159–2170. doi: 10.1007/s00216-016-9319-0



Bartolomé M., Ramos J.J., Cutanda F., Esteban M., Calvo E., Huetos O., González O. and Castaño A. (2015). Urinary PAH metabolite levels in a representative sample of the Spanish adult population: the BIOAMBIENT.ES project. *Chemosphere*, 135, 436–46. doi: 10.1016/j.chemosphere.2014.12.008



Huetos O., Bartolomé M., Aragonés N., Cervantes-Amat M., Esteban M., Ruiz-Moraga M., Pérez-Gómez B., Calvo E., Vila M., Castaño A. (2014). Serum PCB levels in a representative sample of the SPANISH adult population: The BIOAMBIENT.ES project. *Science of the Total Environment*, 493, 834–844. doi: 10.1016/j.scitotenv.2014.06.077



Bartolomé M., Gallego-Pico A., Huetos O., Castaño A. (2014) High-performance liquid chromatography with diode-array detection cotinine method adapted for the assessment of tobacco smoke exposure. *Journal of Separation Science*. 2014, 00, 1–7. doi: 10.1002/jssc.201301259



Cañas A.I., Cervantes-Amat M., Esteban M., Ruíz-Moraga M., Pérez-Gómez B., Mayor J., BIOAMBIENT.ES and Castaño A. (2014). Blood lead levels in a representative sample of the Spanish adult population: the BIOAMBIENT.ES project. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 217, 452–459. doi: 10.1016/j.ijheh.2013.09.001



Esteban M., Ruiz-Moraga M., Pérez-Gómez B., Castaño A. BIOAMBIENT.ES (2013) Aspectos prácticos de la fase preanalítica del estudio de biovigilancia BIOAMBIENT.ES. *Gaceta Sanitaria* 27:77-80. doi: 10.1016/j.gaceta.2012.07.004.



Pérez- Gómez B., Pastor-Barriuso R., Cervantes-Amat M., Esteban M., Ruíz-Moraga M., Aragonés N., Pollán M., Navarro C., Calvo E., Román J., López-Abente G., Castaño A. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23184128/> BIOAMBIENT.ES. (2013) BIOAMBIENT.ES study protocol: rationale and design of a cross-sectional human biomonitoring survey in Spain. *Environmental Science and Pollution Research International* 20:1193-1202. doi: 10.1007/s11356-012-1320-3



Cañas A., Esteban M., Cutanda F. y Castaño A. (2013) Risk of overestimation of urinary cadmium concentrations: interference from molybdenum *E3S Web of Conferences* 1, 21003. doi: 10.1051/e3sconf/20130121003

