

# VIII CONGRESO NACIONAL DE SANIDAD AMBIENTAL

Toledo, 15 al 17 de junio de 2005



## SALUD PÚBLICA Y DESARROLLO SOSTENIBLE



NÚMERO EDITADO CON EL APOYO DE:

Rev. salud ambient. 2004;4(1-2): 1-88

Volumen IV  
Números 1 y 2  
Junio-diciembre 2004  
Valencia

# REVISTA DE SALUD AMBIENTAL

REVISTA DE SALUT AMBIENTAL • REVISTA DE SAÚDE AMBIENTAL • INGURUGIRO-OSASUNENKO ALDIZKARIA

## LAS OBRAS

### SUMARIO

#### VII CONGRESO NACIONAL DE SANIDAD AMBIENTAL

##### PONENCIAS Y CONFERENCIAS

<b>Indicadores de Salud Ambiental.</b> Manuel Posada de la Paz, María José Carroquino, Luis Soldevilla.....	1
<b>Exposición humana a las radiaciones electromagnéticas no ionizantes. Legislación y medidas de estaciones base.</b> Alonso Alonso Alonso, Ramón de la Rosa Steinz, Roberto Hornero Sánchez, Daniel Emilio Abásolo Baz; Antonio García Pino.....	8
<b>Qué sabemos a partir de los estudios epidemiológicos sobre la exposición residencial a ondas de radiofrecuencia y su relación con el cáncer.</b> Marina Pollán Santamaría.....	15
<b>CARTEL</b> .....	20

##### ILUSTRADAS

##### ORIGINALES

<b>Evolución temporal de la contaminación por plomo y cadmio en la zona intermareal de la Ría de Vigo.</b> M. Pérez López, M. Méndez García, J. Alonso Díaz, M.J. Melgar Riol.....	21
<b>El clima de las ciudades: isla de calor de Salamanca.</b> M <sup>a</sup> Salud Alonso García, M <sup>a</sup> del Rosario Fidalgo Martínez, José Luis Labajo Salazar.....	25
<b>Evolución de los resultados microbiológicos en alimentos de un Área Sanitaria de la Comunidad de Madrid (1999-2002).</b> Nerea Fernández de Larrea Baz, Pilar Pérez Rodríguez, Amalia Martín Pérez, Julio José Mañas Urbón, Francisco Javier Fouz Uguet, Juan García Caballero, José María Ordóñez Iriarte.....	30
<b>Tratamientos para legionella: nuevas alternativas.</b> Yolanda Vergara Larraya, Avelina Bellostas Ara.....	39
<b>Resistencias a antibióticos en <i>Listeria monocytogenes</i> y <i>Salmonella enterica</i> aislados de alimentos de origen animal.</b> Baltasar Balsalobre Hernández, Joaquín Hernández-Godoy.....	42
<b>Aplicación del método sistémico multivariado a la determinación de la calidad ambiental del estuario de la Ría de Huelva.</b> Ricardo Arribas de Paz, Carlos Ruiz-Frutos.....	47
<b>Brote de gastroenteritis aguda en una población rural por transmisión de persona a persona.</b> Diego Almagro Nievas, Pilar Guijosa Campos, Francisca López Reyes, Carmen Puertas Maya, Sonia Garrido Almagro.....	56
<b>Percepción del ruido por la población residente en el entorno de la bahía de Pasaia (Guipúzcoa).</b> Jesús M <sup>a</sup> Ibarluzea Maurologoitia, Isabel Larrañaga Padilla, Itziar Aspuru Soloaga.....	61
<b>Sistemas de vigilancia de riesgos ambientales para la salud. Sistemas de Toxicovigilancia.</b> Ana Ferrer Dufol, Santiago Nogué Xarau, Francisco Vargas Marcos, Olivia Castillo Soria, Pilar Gascó Alberich, Ana de la Torre Reoyo, Eduardo de la Peña de Torres.....	69
<b>Perspectivas de salud ambiental en la investigación de brotes epidémicos asociados con una zona de abastecimiento de aguas de consumo humano.</b> Joaquín Gámez de la Hoz, Antonio Lara Villagas.....	73
<b>NOTICIAS SESA</b> .....	79

MADRID. En la Oficina de Joachin Ibarra, calle de las Urofas.  
Año M. DCC. LXI.

SOCIEDAD ESPAÑOLA



DE SANIDAD AMBIENTAL

## NORMAS DE PUBLICACIÓN

### REVISTA DE SALUD AMBIENTAL

### Sociedad Española de Sanidad Ambiental

#### REVISTA DE SALUD AMBIENTAL

#### Revista de la Sociedad Española de Sanidad Ambiental

La *Revista de Salud Ambiental*, órgano de la Sociedad Española de Sanidad Ambiental, pretende actuar como publicación científica en el ámbito de las disciplinas destinadas a proteger la salud de la población frente a los riesgos ambientales y, a su vez, permitir el intercambio de experiencias, propuestas y actuaciones entre los profesionales de la Sanidad Ambiental y disciplinas relacionadas como son la Higiene Alimentaria, la Salud Laboral, los Laboratorios de Salud Pública, la Epidemiología Ambiental o la Toxicología Ambiental.

**Periodicidad:** 2 números al año

#### Correspondencia científica:

Revista de Salud Ambiental  
Apartado de correos 108, 46110 Godella, Valencia

#### Comité de Redacción:

Direcció General de Salut Pública  
C/ Micer Mascó 33, 46010 Valencia

#### Suscripciones

Secretaría administrativa de SESA: TILESAS OPC, SL  
C/ Londres, 17; 28028 MADRID  
TELF: 913612600; FAX: 913559208; Email: [sesa@tilesa.es](mailto:sesa@tilesa.es)

#### Precios suscripciones

Para los miembros de la SESA la suscripción está incluida en la cuota de socio

Suscripción anual: **19 €** (3.161 pts)

Ejemplar suelto: **13 €** (2.163 pts)

Para el extranjero los precios son los mismos más los gastos de envío.

D. L.: V-2.644-2001  
ISSN: 1577-9572  
Imprime: Rotodomenech, S. L.

COPYRIGHT Cuando el manuscrito es aceptado para su publicación, los autores ceden de forma automática el Copyright a la Sociedad Española de Sanidad Ambiental. Ninguno de los trabajos publicados en la *Revista de Salud Ambiental*, podrá ser reproducido, total o parcialmente, sin la autorización escrita de la Sociedad Española de Sanidad Ambiental.

#### TIPOS DE ARTÍCULOS:

La Revista consta de las siguientes secciones:  
- **Originales.** Trabajos de investigación, artículos de revisión y estudios de casos y análisis de actuaciones sobre Salud y Medio Ambiente (Sanidad Ambiental, Higiene Alimentaria, Salud Laboral, Laboratorios de Salud Pública y Toxicología) Tendrán la siguiente estructura: resumen, palabras clave, texto (introducción, material y métodos, resultados y discusión), agradecimientos y bibliografía. La extensión máxima del texto será de doce hojas tamaño DIN-A4, mecanografiadas a doble espacio, utilizando letra Arial 11, admitiéndose un máximo de seis figuras y seis tablas. Es aconsejable que el número de autores no sobrepase los seis.  
- **Colaboraciones Especiales.** El texto tendrá una extensión máxima de quince hojas de tamaño DIN-A4, mecanografiadas a doble espacio, utilizando letra Arial 11 La bibliografía no será superior a las cien citas. Opcionalmente el trabajo podrá incluir tablas y figuras.  
- **Noticias SESA**, sección dedicada a las actividades y proyectos concretos de la Sociedad y a proporcionar a los asociados información de interés técnico o normativo.  
- **Otras Secciones.** La *Revista de Salud Ambiental* incluye otras secciones tales como Editoriales, Cartas al director, reseñas de libros, etc.

#### ESTRUCTURA DE LOS TRABAJOS

Las siguientes normas de publicación son un resumen de los "Requisitos de uniformidad para manuscritos presentados a revistas biomédicas" (estilo Vancouver) 5ª edición, elaborados por el Comité Internacional de Editores de Revistas Médicas, publicadas en: Rev Esp Salud Pública 1997; 71:89-102.

Los manuscritos, con la correspondiente numeración, se presentarán de acuerdo al siguiente orden: página del título, resumen, texto, bibliografía, tablas, pies de figuras y figuras

Página del título. **En esta página se indicarán los siguientes datos:**

**Título del artículo (conciso pero informativo)**  
Nombre y dos apellidos de cada uno de los autores.  
Nombre completo del centro de trabajo de cada uno de los autores  
Nombre y dirección completa, del responsable del trabajo o del primer autor, incluyendo número de teléfono y del telefax y dirección del correo electrónico si dispone de ella.

Becas o ayudas para la subvención del trabajo y otras especificaciones, cuando se considere necesario.

**Resumen y palabras clave** Se incluirá en la segunda página, con una extensión máxima de 250 palabras. Se describirá de forma concisa el motivo de la investigación, la manera de llevar a cabo la misma, los resultados más destacados y las principales conclusiones del trabajo.

Debajo del resumen se especificarán de tres a diez **palabras clave** que identifiquen el contenido del trabajo para su inclusión en los repertorios y bases de datos

Tanto el título como el resumen y las palabras clave deben ir acompañadas de su *traducción al inglés*.

**Texto**  
Las páginas siguientes serán las dedicadas al texto del artículo. Los artículos originales deben ir divididos en los siguientes apartados: Introducción, Material y métodos, Resultados y Discusión. Algún tipo de artículos, como revisiones, presentaciones de casos, etc., puede precisar otro formato diferente.

**Introducción.** Debe indicar con claridad y de forma resumida los fundamentos del trabajo y la finalidad del mismo, no incluyendo datos o conclusiones del trabajo que se publica

**Material y métodos.** Debe describir claramente la metodología utilizada, incluyendo la selección de personas o material estudiado, indicando los métodos, aparatos y/o procedimientos con suficiente detalle par permitir reproducir el estudio a otros investigadores. Se expondrán los métodos estadísticos y de laboratorio empleados.

Cuando se trate de trabajos experimentales en los que se hayan utilizado grupos humanos o animales, indicar las normas éticas seguidas por los autores. Los estudios experimentales en humanos deberán contar con la correspondiente aprobación.

Cuando se haga referencia a productos químicos o medicamentos debe indicarse el nombre genérico.

**Resultados.** Los resultados deben ser concisos y claros, incluyendo el mínimo necesario de tablas y figuras, de modo que no exista repetición de datos en el texto, y en las figuras y tablas.

**Discusión.** Se considerarán los resultados presentados comparándolos con otros publicados, así como las conclusiones y aplicaciones. No deberán repetirse con detalle los resultados del apartado anterior y las conclusiones se apoyarán en los resultados del trabajo.

**Agradecimientos.** Cuando se considere necesario se citará a las personas, centros o entidades que hayan colaborado en la realización del trabajo sin llegar a la calificación de autor.

**Bibliografía.** Las referencias bibliográficas se presentarán según el orden de aparición en el texto con la correspondiente numeración correlativa en números arábigos en superíndices. A continuación citamos algunos ejemplos :

*Artículos de Revistas*  
Vega KJ, Pina I, Krevsky B. Heart Transplantation is associated with an increased risk for pancreaticobiliary disease. Ann Intern Med 1996;124:980-3.

*Libros y Otras Monografías*  
Ringsven MK, Bond D. Gerontology and leadership skills for nurses. 20 ed. Albany (NY): Delmar Publishers;1996.

Institute of Medicine (US). Looking at the future of the Medicaid programme. Washington (DC): The Institute; 1992.

*Capítulo de libro*  
Phillips SJ, Whisnant JP. Hipertensión and stroke. En: Laragh JH, Brenner BM, editores. Hipertensión: pathophysiology, diagnosis and management. 20 ed. Nueva York: Raven Press;1995. p. 465-78.

*Actas de conferencias*  
Kimura J, Shibasaki H, editores. Recent advances in clinical neurophysiology. Proceedings of the 10th International Congress of EMG and Clinical Neurophysiology; 1995 Oct 15-19; Kyoto, Japón. Amsterdam: Elsevier; 1996.

*Documentos legales*  
Real Decreto 202/2000, de 11 de febrero, por el que se establecen las normas relativas a los manipuladores de alimentos. BOE núm. 48, de 25 de febrero

**Internet**  
Donaldson L, May R. Health implications of genetically modified foods. 1999. Disponible en: [www.doh.gov.uk/gmfood.htm](http://www.doh.gov.uk/gmfood.htm).

**Tablas**  
Las tablas se presentarán en hojas aparte del texto, una hoja por tabla, numeradas correlativamente con números arábigos, título en la parte superior y con las pertinentes notas explicativas al pie

**Figuras**  
Deberán ir numeradas consecutivamente, según el orden de aparición en el texto, en números arábigos. El pie contendrá la información necesaria para interpretar correctamente la figura sin recurrir al texto.

#### PRESENTACIÓN DE MANUSCRITOS Y PROCESO EDITORIAL

Los manuscritos se enviarán por triplicado a la *Revista de Salud Ambiental*, mecanografiados a doble espacio, utilizando letra tipo Arial 11, en folios DIN A4, dejando márgenes laterales, superior e inferior de 2,5 cm. Se acompañarán de una carta de presentación, firmada por todos los autores, en la que se solicitará la evaluación de los mismos para su publicación en alguna de las secciones de la Revista, con indicación expresa de tratarse de un trabajo original, no haber sido difundido ni publicado anteriormente, excepto en forma de resumen, y únicamente ser enviado a la *Revista de Salud Ambiental* para su evaluación y publicación

La redacción de la *Revista de Salud Ambiental* acusará recibo a los autores de los trabajos que le lleguen y posteriormente informará de su aceptación o rechazo.

Los manuscritos serán revisados de forma anónima por evaluadores externos. La redacción de la *Revista de Salud Ambiental* se reserva el derecho de rechazar los artículos que no juzgue apropiados para su publicación, así como el de introducir modificaciones de estilo para adaptarse a las normas de publicación, comprometiéndose a respetar el contenido del original.

El manuscrito definitivo será enviado por los autores por duplicado, incluyendo el correspondiente disquete e indicando el programa utilizado

Cuando el artículo se halle en prensa, el autor recibirá las pruebas impresas para su corrección, que deberá devolver a la redacción de la revista dentro de las 72 horas siguientes a su recepción

La *Revista de Salud Ambiental* no devolverá los manuscritos originales, hayan sido aceptados o no para su publicación.

Una vez publicado cada número de la *Revista de Salud Ambiental*, los autores de los trabajos publicados en él recibirán cada uno dos ejemplares del mismo.

#### RESPONSABILIDADES ÉTICAS

Se incluirá el permiso de publicación por parte de la institución que haya financiado la investigación, si procede.

El envío del manuscrito implica que este no ha sido publicado anteriormente y que no está considerándose para su publicación en otra revista, libro, etc.

La responsabilidad de obtener los correspondientes permisos para reproducir parcialmente material de otras publicaciones corresponde a los autores.

La *Revista de Salud Ambiental* declina cualquier responsabilidad sobre posibles conflictos derivados de la autoría de los trabajos que se publiquen

La *Revista de Salud Ambiental* no acepta la responsabilidad de las afirmaciones realizadas por los autores.

COPYRIGHT Cuando el manuscrito es aceptado para su publicación, los autores ceden de forma automática el Copyright a la Sociedad Española de Sanidad Ambiental. Ninguno de los trabajos publicados en la *Revista de Salud Ambiental*, podrá ser reproducido, total o parcialmente, sin la autorización escrita de la Sociedad Española de Sanidad Ambiental.

# SALUD AMBIENTAL

REVISTA DE SALUT AMBIENTAL • REVISTA DE SAÚDE AMBIENTAL • INGURUGIRO-OSASUNEKO ALDIZKARIA

SUMARIO

VII CONGRESO NACIONAL DE SANIDAD AMBIENTAL

PONENCIAS Y CONFERENCIAS

**Indicadores de Salud Ambiental.** Manuel Posada de la Paz, María José Carroquino, Luis Soldevilla..... 1

**Exposición humana a las radiaciones electromagnéticas no ionizantes. Legislación y medidas de estaciones base.** Alonso Alonso Alonso, Ramón de la Rosa Steinz, Roberto Hornero Sánchez, Daniel Emilio Abásolo Baz; Antonio García Pino..... 8

**Qué sabemos a partir de los estudios epidemiológicos sobre la exposición residencial a ondas de radiofrecuencia y su relación con el cáncer.** Marina Pollán Santamaría..... 15

**CARTEL**..... 20

ORIGINALES

**Evolución temporal de la contaminación por plomo y cadmio en la zona intermareal de la Ría de Vigo.** M. Pérez López, M. Méndez García, J. Alonso Díaz, M.J. Melgar Riol..... 21

**El clima de las ciudades: isla de calor de Salamanca.** M<sup>a</sup> Salud Alonso García, M<sup>a</sup> del Rosario Fidalgo Martínez, José Luis Labajo Salazar..... 25

**Evolución de los resultados microbiológicos en alimentos de un Área Sanitaria de la Comunidad de Madrid (1999-2002).** Nerea Fernández de Larrea Baz, Pilar Pérez Rodríguez, Amalia Martín Pérez, Julio José Mañas Urbón, Francisco Javier Fouz Uguet, Juan García Caballero, José María Ordóñez Iriarte..... 30

**Tratamientos para legionella: nuevas alternativas.** Yolanda Vergara Larrayad, Avelina Bellostas Ara..... 39

**Resistencias a antibióticos en *Listeria monocytogenes* y *Salmonella enterica* aislados de alimentos de origen animal.** Baltasar Balsalobre Hernández, Joaquín Hernández-Godoy..... 42

**Aplicación del método sistémico multivariado a la determinación de la calidad ambiental del estuario de la Ría de Huelva.** Ricardo Arribas de Paz, Carlos Ruiz-Frutos..... 47

**Brote de gastroenteritis aguda en una población rural por transmisión de persona a persona.** Diego Almagro Nievas, Pilar Guijosa Campos, Francisca López Reyes, Carmen Puertas Maya, Sonia Garrido Almagro..... 56

**Percepción del ruido por la población residente en el entorno de la bahía de Pasaia (Guipúzcoa).** Jesús M<sup>a</sup> Ibarluzea Maurolagoitia, Isabel Larrañaga Padilla, Itziar Aspuru Soloaga..... 61

**Sistemas de vigilancia de riesgos ambientales para la salud. Sistemas de Toxicovigilancia.** Ana Ferrer Dufol, Santiago Nogué Xarau, Francisco Vargas Marcos, Olivia Castillo Soria, Pilar Gascó Alberich, Ana de la Torre Reoyo, Eduardo de la Peña de Torres..... 69

**Perspectivas de salud ambiental en la investigación de brotes epidémicos asociados con una zona de abastecimiento de aguas de consumo humano.** Joaquín Gámez de la Hoz, Antonio Lara Villegas..... 73

**NOTICIAS SESA**..... 79

CONTENTS

VII th NATIONAL CONGRESS OF ENVIRONMENTAL HEALTH

REPORTS

**Environmental Health Indicators.** Manuel Posada de la Paz, María José Carroquino y Luis Soldevilla..... 1

**Human exposition to non ionizing electromagnetic radiations. Legislation and base stations measurements.** Alonso Alonso Alonso, Ramón de la Rosa Steinz, Roberto Hornero Sánchez, Daniel Emilio Abásolo Baz, Antonio García Pino..... 8

**What we know from epidemiological studies on cancer and residential exposure to radiofrequency fields.** Marina Pollán Santamaría..... 15

**POSTER**..... 20

ORIGINALS

**Temporal trending of lead and cadmium contamination in the Vigo estuary intertidal area.** M. Pérez López, M. Méndez García, J. Alonso Díaz y M.J. Melgar Riol..... 21

**The urban climate: urban heat island of Salamanca.** M<sup>a</sup> Salud Alonso García, M<sup>a</sup> del Rosario Fidalgo Martínez, José Luis Labajo Salazar..... 25

**Evolution in microbiological results in food samples in a Health Area in the Community of Madrid, Spain (1999-2002).** Nerea Fernández de Larrea Baz, Pilar Pérez Rodríguez, Amalia Martín Pérez, Julio J. Mañas Urbón, Francisco J. Fouz Uguet, Juan García Caballero, José M<sup>a</sup> Ordóñez Iriarte..... 30

**New solutions against Legionella.** Yolanda Vergara Larrayad, Avelina Bellostas Ara..... 39

**Antibiotic resistances in *Listeria monocytogenes* and *Salmonella enterica* isolated from foods with animal origin.** Baltasar Balsalobre Hernández, Joaquín Hernández-Godoy..... 42

**Application of the multivariate systemic method to the determination of the environmental quality of the estuary of Ria of Huelva.** Ricardo Arribas de Paz y Carlos Ruiz-Frutos..... 47

**Outbreak of acute gastroenteritis in a rural population, spread person to person contact.** Diego Almagro Nievas, Pilar Guijosa Campos, Francisca López Reyes, Carmen Puertas Maya, Sonia Garrido Almagro..... 56

**Noise perception of the population living in the neighbourhood of the bay of Pasaia (Gipuzkoa).** Jesús M<sup>a</sup> Ibarluzea Maurolagoitia, Isabel Larrañaga Padilla, Itziar Aspuru Soloaga..... 61

**Health environmental risks surveillance systems: Toxicological Surveillance.** Ana Ferrer Dufol, Santiago Nogué Xarau, Francisco Vargas Marcos, Olivia Castillo Soria, Pilar Gascó Alberich, Ana de la Torre Reoyo, Eduardo de la Peña de Torres..... 69

**Perspectives of environmental health in outbreaks research associated with a zone of consumption water supply human.** Joaquín Gámez de la Hoz, Antonio Lara Villegas..... 73

**NEWS FROM SESA**..... 79



**REVISTA DE SALUD AMBIENTAL**  
Sociedad Española de Sanidad Ambiental

**COMITÉ DE REDACCIÓN**

**Editor:**

José Vicente Martí Boscà  
Dirección General de Salud Pública.  
Valencia  
marti\_josboc@gva.es

**Editores adjuntos:**

Encarna Santolaria Bartolomé  
Dirección General de Salud Pública  
Valencia  
santolaria\_enc@gva.es

José María Ordoñez Iriarte  
Dirección General de Salud Pública y Alimentación  
Madrid  
josemaria.ordonez@salud.madrid.org

**COMITÉ EDITORIAL**

**La Junta Directiva de la Sociedad Española de Sanidad Ambiental**

**Presidente:**

José Vicente. Martí Boscà

**Vicepresidente:**

José M.<sup>a</sup> Ordóñez Iriarte

**Secretario:**

Ricardo Iglesias García

**Tesorera:**

Margarita Palau Miguel

**Vocales:**

Antonio Daponte Codina  
Eduardo de la Peña de Torres  
Francisco Vargas Marcos  
Nicolás Olea Serrano  
M.<sup>a</sup> Elisa Gómez Campoy  
Guadalupe Martínez Juárez  
José Jesús Guillén Pérez  
Rosalía Fernández Patier

# INDICADORES DE SALUD AMBIENTAL

## *ENVIRONMENTAL HEALTH INDICATORS*

Manuel Posada de la Paz, María José Carroquino, Luis Soldevilla

Centro de Investigación sobre el Síndrome del Aceite Tóxico y Enfermedades Raras (CISATER). Centro Colaborador de la OMS en Epidemiología de las Enfermedades Relacionadas con el Ambiente

### RESUMEN

Esta ponencia presenta una visión general del proyecto de Indicadores de Salud Ambiental, coordinado por la OMS a nivel internacional y liderado por el Centro de Investigación sobre el Síndrome del Aceite Tóxico y Enfermedades Raras (CISATER) en España. En ella se describen los objetivos del proyecto, las gestiones realizadas y los resultados obtenidos durante la fase de viabilidad de este proyecto. El proyecto consiste en el establecimiento de un sistema de información sobre salud ambiental que permita desarrollar una vigilancia de los factores ambientales determinantes de los estados de salud, realizar comparaciones internacionales, elaborar políticas de acción, así como facilitar la comunicación con la ciudadanía. La OMS desarrolló una metodología para el desarrollo de estos indicadores dentro del marco conceptual de información ambiental DPSEEA (Fuerzas impulsoras, Presión, Estado, Exposición, Efecto, Acción) y seleccionó un total de 55 indicadores (que incluyen 168 variables) sobre 10 áreas de la salud ambiental. Durante la fase de viabilidad se predijo que podrían obtenerse el 89% de los indicadores. Sin embargo la recolección de los datos supuso muchas dificultades debido a la incompatibilidad de algunas variables en los sistemas de información españoles con las variables definidas por la OMS. A nivel de gestión del proyecto, la mayor dificultad radica en la disparidad de responsabilidades en materia de medio ambiente y salud entre las instituciones españolas. Además de la aportación técnica a la salud ambiental en España, un valor añadido de este proyecto ha sido el establecimiento de líneas de colaboración estrechas con los responsables de los diferentes Ministerios implicados.

**PALABRAS CLAVE:** Indicadores de salud ambiental, DPSEEA (Fuerzas impulsoras, Presión, Estado – Exposición – Efecto – Acción), determinantes de salud, vigilancia.

### INTRODUCCIÓN

Una de las recomendaciones de la 3ª Conferencia Ministerial sobre Salud y Medio Ambiente, celebrada en Londres en junio de 1999, fue la puesta en práctica de los Planes Nacionales de Acción sobre Salud y Medio Ambiente (NEHAPs). Para llevarlos a cabo, es necesario desarrollar un sistema de información sobre salud y medio ambiente, al servicio de los Estados Miembros, que permita desarrollar la vigilancia de los factores ambientales determinantes de los estados de salud, sirva para elaborar una política de acciones y comunicación con el pú-

### ABSTRACT

This presentation gives a general overview of the project titled Environmental Health Indicators, coordinated by WHO and managed by the Research Centre on the Toxic Oil Syndrome and Rare Diseases in Spain. The presentation describes the objectives of the project, the steps taken and the results obtained during the feasibility study. The project aims to develop an environmental health information system that will allow the monitoring of public health and its health determinants and make international comparisons, develop environmental policies and facilitate communication with citizens. WHO developed a methodology for the development of these indicators within the conceptual framework of DPSEEA (Driving Force, Pressure, State, Exposure, Effect, Action) and selected a total of 55 indicators (which included 168 variables) in 10 environmental health areas. The feasibility study predicted the successful gathering of 89% of the indicators. However, data recollection proved difficult due to the frequent incompatibility of some variables in the Spanish information systems with the WHO defined variables. On a management level, the greatest difficulty arose from the disperse distribution of responsibilities in environmental health matters. In addition to the technical contribution of this project to Environmental Health in Spain, an added value has been to establish a close collaboration with the different Ministries involved.

**KEYWORDS:** Environmental health indicators, information system, DPSEEA (Driving Forces, Pressure, State, Exposure, Effect, Action), health determinants, monitoring.

blico, y al mismo tiempo posibilite su comparación a nivel internacional.

Basándose en los progresos alcanzados en el pasado por la OMS relativos al marco conceptual de indicadores de medioambientales, la EURO OMS ha asumido, al más alto nivel político, el desarrollo de un apropiado grupo de indicadores de salud ambiental y su incorporación a un sistema integrado de información.

Con el fin de llevar a cabo este cometido, el Centro Europeo para la Salud y Medio Ambiente de la OMS por medio de su sede en Bonn, ha diseñado un proyecto titulado: "Diseño de un sistema de información sobre salud y

medio ambiente para los NEHAPs". Dicho proyecto finalizó en octubre de 2002 su estudio de viabilidad y en estos momentos se encuentra en la fase piloto del mismo.

También se han asociado a este proyecto piloto otras dos acciones financiadas por la Unión Europea que pretenden identificar la compatibilidad de estos indicadores con la legislación tanto Europea como de los propios Estados Miembros.

## OBJETIVOS

Los principales objetivos de este proyecto son desarrollar un grupo de indicadores de salud ambiental bajo un mismo marco metodológico que facilite el acceso a los datos y sirva de sistema de intercambio entre los Estados Miembros. Este sistema de indicadores permitirá desarrollar una vigilancia de los factores ambientales determinantes de los estados de salud, realizar comparaciones internacionales, elaborar políticas de acción, así como facilitar la comunicación con la ciudadanía.

## METODOLOGÍA

Los indicadores se encuadran en el marco conceptual DPSEEA (Fuerzas impulsoras, Presión, Estado – Exposición – Efecto – Acción), que fue desarrollado por la OMS en los años 90. "*Indicadores de Salud Medioambientales: Marco y Metodologías*" (WHO/SDE/OEH/99.10). Por otra parte, la metodología específica para el cálculo de cada uno de los indicadores así como su definición y las variables que lo componen fue publicada por la OMS en mayo de 2002 en su versión más reciente.

### Actividades llevadas a cabo por la OMS

Durante el año 2000 la OMS celebró una serie de reuniones de expertos que dieron como resultado una propuesta consistente en un conjunto de indicadores de salud ambiental y un protocolo para una evaluación piloto de los mismos, trabajo que fue asumido por una serie de países. Se acordó realizar previamente un estudio de viabilidad, en el que se estudiaría la posibilidad de obtención de los datos en los países candidatos a la evaluación piloto del proyecto, así como la relevancia política de los indicadores para cada uno de los países.

La definición y metodología de cada uno de los indicadores ha sido desarrollada a través de dichas reuniones de expertos convocados por la OMS. La propuesta inicial del sistema de indicadores incluyó 55 indicadores y 168 variables sobre 10 áreas de salud ambiental, los cuales fueron evaluados en los distintos países a través del estudio de viabilidad. Como resultado de este estudio se refinó el sistema de indicadores y se recomendaron modificaciones en la metodología. Además, se seleccionó un conjunto de 48 indicadores para la evaluación piloto de los mismos.

### Actividades desarrolladas durante la fase de viabilidad en España

En octubre de 2000, el Dr. Bertollini, Director de la Oficina de la Región Europea de la OMS, dirigió una carta al Ministro Español, solicitando que nuestro país se adhiera a este proyecto. El CISATER, como Centro Colaborador de la OMS en Epidemiología de las Enfermedades Relacionadas con el Ambiente, fue designado coordinador

nacional del proyecto, comenzando el estudio de viabilidad de este proyecto en marzo de 2001.

El estudio de viabilidad consistió en la elaboración de unos cuestionarios en los que se plantearon las siguientes preguntas:

¿Son los indicadores herramientas útiles como soporte de información de toma de decisiones a nivel subnacional?, ¿Son viables estos indicadores?, ¿Existen indicadores alternativos?, ¿Están disponibles o son fácilmente accesibles los datos que se necesitan para generar la información que demandan los indicadores?, ¿Cuál es la tasa de calidad de datos globales?

Se contactaron un total de 33 personas pertenecientes a 11 agencias/instituciones diferentes, a quienes se les informó acerca del proyecto y se les solicitó su colaboración y la designación de una persona de contacto. La mayoría de las entrevistas fueron en persona y algunas por teléfono o por correo. La mayoría de las personas contactadas mostraron su interés en colaborar, aunque surgió un buen número de problemas tales como: recursos de financiación, cambios de organización, falta de recursos humanos, falta de coordinación y dificultades de identificación de algunos soportes de datos, así como gran dispersión de los datos.

Las personas contactadas en las distintas instituciones aportaron su valoración de la viabilidad del proyecto, indicando la existencia o inexistencia de la información solicitada de forma específica a cada centro en España. Con dichas aportaciones se creó una base de datos que incluía un código del indicador, las respuestas específicas a los cuestionarios y el tipo de soporte en el que se encontraban dichos datos.

## ORGANIZACIÓN DE LA SALUD AMBIENTAL EN ESPAÑA

La mayoría de los indicadores utilizados son competencia del Ministerio de Medioambiente, si nos referimos al total de la información existente en el Estado Español. Existen otros departamentos administrativos dentro del Ministerio dedicados a determinadas áreas, tales como el Consejo de Seguridad Nuclear, responsable de los materiales radioactivos y de las autorizaciones a empresas que trabajan o manipulan materiales radioactivos. No obstante, existen áreas más específicas que competen a otros ministerios. El Ministerio de Trabajo se ocupa del medio ambiente laboral, el Ministerio del Interior de los accidentes químicos, planes de emergencia y tráfico, el Ministerio de Sanidad lleva a su cargo la salud ambiental en términos generales y el Ministerio de Obras Públicas se ocupa de la vivienda, normas de construcción y ruido.

El Instituto Nacional de Estadística (Ministerio de Economía) ha creado un departamento específico de medioambiente para centralizar toda la información que se demanda desde la UE. Algunos indicadores sólo pueden obtenerse a través del INE, aunque la mayoría de estos indicadores están presentados en formatos y tablas orientados a objetivos relacionados con aspectos económicos.

Muchos de estos organismos, como depositarios absolutos de la información para la que son competentes, tiene la obligación de facilitar datos, para otros proyectos relacionados, a muchas instituciones supranacionales (UE, OMS, OCDE), lo cual pone en evidencia la multiplicidad de sistemas de información y la falta de coordinación entre las instituciones internacionales.

Este marco de responsabilidades, tan disperso y complejo, hizo muy difícil la localización y obtención de mu-

chos de los indicadores. Algunos de ellos, se encontraron a través de diferentes fuentes y en algunos de estos casos la metodología utilizada para obtener la información no era compatible con la metodología de la OMS, de ahí que algunos indicadores no pudieran ser utilizados.

Esta organización del Estado, se suele reproducir en las comunidades autónomas. Las competencias en salud y ambiente están ya completamente transferidas, de modo que la información se genera en estos momentos a nivel autonómico y es desde este nivel competencial desde donde se agrega para construir la información estatal. Para este proyecto, se optó por no recurrir a la información desagregada, ya que esto hubiera supuesto desarrollar un trabajo en 17 ubicaciones diferentes. No obstante, es importante considerar este dato para poder decidir el mejor modelo de implantación de un sistema de indicadores de salud ambiental en España, que aporte información no sólo para comparaciones con otros paí-

ses sino que al mismo tiempo oriente la toma de decisiones más cercanas a los ciudadanos.

## RESULTADOS

En el estudio de viabilidad del proyecto se predijo la recolección del 89% de los indicadores diseñados. La calidad de datos de los indicadores encontrados, ha sido razonablemente aceptables para los objetivos propuestos. En algunos casos, la forma de contabilizar el indicador no se obtiene directamente de la fuente de datos encontrada, lo cual requiere un procesamiento de los datos.

Otro asunto preocupante fue la falta de información de calidad en algunos de los indicadores recogidos a través de registros y/o sistemas de vigilancia. La localización y especificidad de datos medioambientales y su relación con los determinantes de salud quedan abiertos para un debate posterior.

## DESCRIPCIÓN DETALLADA DE INDICADORES

### Calidad del Aire

**Tabla 1: Indicadores sobre Calidad del Aire**

#### a) Aprobados

Código Indicador	Nombre del Indicador	Significado
Air_D1	Kilómetros conducidos por tipo de transporte y persona	Fuerza impulsora
Air_D2	Consumo de gasolina por tipo de transporte	Fuerza impulsora
Air_P1	Emisiones de contaminantes atmosféricos	Presión
Air_Ex1	Concentraciones ambientales de contaminantes atmosféricos	Exposición
Air_E1	Mortalidad infantil por enfermedades respiratorias	Efecto
Air_E2	Mortalidad por enfermedades respiratorias (todas las edades)	Efecto
Air_E3	Mortalidad por enfermedades del sistema circulatorio (todas las edades)	Efecto
Air_A1	Políticas para reducir el humo de tabaco ambiental	Acción

#### b) Excluidos

Air_A1	Participación en iniciativas ambientales y acuerdos internacionales	Acción
Air_P2	Consumo de gasolina con plomo	Presión

Se consiguió encontrar la mayoría de los indicadores de salud y exposición por el aire. Se encontraron dificultades en algunos de ellos, como es el caso del Air\_D2, el cual tuvo que obtenerse a través de la Agencia Internacional de Energía. El indicador Air\_P1, fue excluido porque la gasolina con plomo ha sido prohibida en la mayoría de los países participantes.

El resto de indicadores muestran situaciones diversas. Existen datos de emisiones de contaminantes atmosféricos que provienen de dos fuentes diferentes y que utilizan clasificaciones económicas diferentes (Air\_12), excepto de emisiones de PM<sub>10</sub> las cuales no se miden en la actualidad (Var\_3 y Var\_4 del Air\_P1). Es necesaria la ar-

monización de los indicadores de mortalidad (Air\_E1, Air\_E2, Air\_E3) entre los diferentes países participantes en el estudio, teniendo en cuenta las diferencias de calendario de cada país en cuanto a la puesta en vigor del ICD-10.

Por último, algunas variables del indicador Air\_A1 fueron ambiguas, ya que la legislación indicaba solamente la prohibición de fumar en lugares cerrados sin especificar el tipo de lugares. Sin embargo, esta situación ha cambiado recientemente con la promulgación de una ley que explícita y refuerza la prohibición de fumar en todos los ambientes.

## Radiación

**Tabla 2: Indicadores sobre Radiación**

**a) Aprobados**

Código Indicador	Nombre del Indicador	Significado
Rad_E1	Incidencia de cáncer de piel	Efecto
Rad_A1	Monitorización de actividad radioactiva	Acción

**B) Excluidos**

Rad_Ex1	Dosis radioactiva acumulativa	Exposición
Rad_Ex2	Índice de luz ultravioleta	Exposición
Rad_A2	Actualidad de los permisos para el uso de sustancias radioactivas	Acción

En España, sólo existe una organización que coordina todas las actividades relacionadas con el uso, producción y manipulación de materiales radioactivos. Se trata del Consejo de Seguridad Nuclear perteneciente al Ministerio de Medio Ambiente. La información está siempre al día y excepto a lo que se refiere a radiaciones naturales (Var3 del Rad\_A1) el resto de los indicadores son accesibles.

En general, existe un programa de vigilancia medioambiental relacionado con la polución radioactiva que cuenta con una distribución geográfica equiparable. To-

das nuestras instalaciones tienen más de 5 años, pero están sujetas a un estado permanente de control y supervisión.

Por lo que se refiere a información sobre el indicador Rad\_E1, los registros de cáncer en España no cubren todo el territorio. Aunque existen varios registros de este tipo incluidos en la base de datos del IARC, están distribuidos desigualmente en cuanto a la geografía y sus datos no muestran necesariamente la realidad en España.

## Ruido

**Tabla 3: Indicadores sobre Ruido**

**a) Aprobados**

Código Indicador	Nombre del Indicador	Significado
Noise_E1	Molestias por distintos tipos de ruido	Efecto
Noise_E2	Trastornos del sueño por ruido	Efecto
Noise_A1	Aplicación de los reglamentos, restricciones y medidas de eliminación de ruidos.	Acción

Carecemos de indicadores que nos informen de los efectos que sobre la salud tiene el ruido. En España, la legislación sobre ruido se ha intensificado recientemente con la promulgación de la Ley General sobre Ruido y algunas Comunidades Autónomas han promulgado leyes de carácter local basadas en la ley general antes mencionada. Sin embargo, a la hora de finalizar el informe del estudio de viabilidad, no se pudo generalizar esta situación.

La dispersión de datos en los ayuntamientos hace difícil la obtención de datos centralizados.

No existen cuestionarios estandarizados en todos los ayuntamientos que permitan recoger y almacenar información sobre las quejas de las actividades humanas que pueden producir ruidos nocivos para la salud. Creemos que va a ser difícil utilizar este tipo de indicador y compararlo con los demás países.

## Vivienda e Instalaciones

**Tabla 4: Indicadores sobre condiciones de habitabilidad e instalaciones**

**a) Aprobados**

Código indicador	Nombre del indicador	Significado
Hous_S1	Superficie habitable por persona	Estado
Hous_Ex1	Población en viviendas substandard	Exposición
Hous_E1	Mortalidad causada por causas externas en niños menores de 5 años	Efecto
Hous_A1	Ámbito y aplicación de los reglamentos de edificación de viviendas.	Acción
Hous_A2	Reglamentos de uso del suelo y ordenación del territorio	Acción

La mayoría de estos indicadores se puede obtener a través del Instituto Nacional de Estadística (INE). Hous\_S1 y Hous\_Ex1, pueden obtenerse mediante encuestas de grupos familiares pero no sobre personas. Se necesitaría una estimación del promedio del número de habitantes por unidad familiar para obtener información por persona de esos indicadores.

Con relación al indicador de salud Hous\_E1, sólo podría obtenerse desde 1999, fecha en que se estableció el ICD-10 en las estadísticas de mortalidad, en el cual es po-

sible distinguir la mortalidad infantil por accidentes domésticos.

El marco legal que regula la construcción de casas, Hous\_A1 es actualmente muy complejo y está dividido en leyes para varios ámbitos que separan cada una de las partes que intervienen en la edificación. Actualmente se están dando los primeros pasos para promulgar una ley única que regule globalmente todos los aspectos de la construcción de viviendas, incluyendo los relacionados con la salud.

## Accidentes de Tráfico

**Tabla 5: Indicadores sobre Tráfico**

### a) Aprobados

CódigoIndicador	Nombre del indicador	Significado
Traf_E1	Mortalidad por accidentes de tráfico	Efecto
Traf_E2	Heridos por accidentes de tráfico	Efecto

Existen varios problemas en relación con estos indicadores. El principal es que los datos se recogen de los informes tomados por la policía en el lugar del accidente. Aunque en la mayoría de los accidentes hay personal de auxilio especializado presente, dicho personal no recoge ninguna información, lo que hace que el concepto "persona herida" no sea muy específico aunque pueda ser muy sensible.

Por otra parte, hay problemas con la mortalidad producida por accidentes de tráfico cuando el fallecimiento ocurre días después del accidente. Si el paciente ha tenido muchas complicaciones, es posible que la causa principal de fallecimiento no se especifique en el certificado de defunción como producido por el accidente.

## Agua y Saneamiento

**Tabla 6: Indicadores sobre Aguas y Saneamientos**

### a) Aprobados

CódigoIndicador	Nombre del indicador	Significado
WatSan_P1	Cobertura de tratamiento de aguas residuales	Presión
WatSan_S1	Excedencias de los valores límite de parámetros microbiológicos en aguas de baño	Estado
WatSan_S2	Excedencias de los valores límite para parámetros microbiológicos en aguas de consumo	Estado
WatSan_S3	Excedencia de los valores límite para parámetros químicos en aguas de consumo	Estado
WatSan_Ex1	Acceso a agua de consumo saludable (de acuerdo con los valores guía de la OMS)	Exposición
WatSan_Ex2	Acceso a sanitarios con un sistema de saneamiento adecuado	Exposición
WatSan_E1	Brotos de enfermedades causadas por contaminación hídrica	Efecto
WatSan_E2	Morbilidad por diarrea en niños	Efecto
WatSan_A1	Efectividad de la vigilancia de aguas de baño	Acción

### b) Excluidos

Código Indicador	Nombre del indicador	Significado
WatSan_E3	Mortalidad por diarrea en niños	Efecto

Los indicadores medioambientales para agua potable y agua para el baño están debidamente estandarizados y se pueden recoger con total confianza.

Los indicadores sobre viviendas que disponen de sistemas de agua potable y aguas residuales (WatSan\_Ex1, Ex2, P1) han sido obtenidos de la Encuesta Continua de Presupuestos Familiares del INE. A partir de esta información es necesario hacer una estimación de la población que dispone de estos servicios y deducir el número de habitantes por vivienda con acceso a los mismos.

Con relación a los indicadores de salud (WatSan\_E1), son accesibles pero no podemos evaluar las carencias de información del sistema.

No se dispone de un registro específico de morbilidad de niños con diarrea y solamente podemos hacer una estimación sobre este tipo de edad partiendo del indicador (WatSan\_E1). La mortalidad por estas causas (WatSan\_E3) podría obtenerse a partir de 1999 que fue cuando se puso en marcha el ICD-10 sobre estadísticas de mortalidad.

**Seguridad Alimentaria****Tabla 7: Indicadores sobre Seguridad Alimentaria****a) Aprobados**

Código Indicador	Nombre del indicador	Significado
Food_Ex1	Monitorización de compuestos químicos en alimentos. Exposición potencial	Exposición
Food_E1	Número de brotes de origen alimentario	Efecto
Food_E2	Incidencia de casos de enfermedad de origen alimentario	Efecto
Food_A1	Políticas de seguridad alimentaria	Acción
Food_A2	Efectividad de la vigilancia de la seguridad alimentaria	Acción

En España no se ha incorporado de una manera estricta un programa GEMS/FOOD. Aunque algunas Comunidades Autónomas colaboran con este programa de la OMS, la decisión general fue la de desarrollar programas *ad hoc* más efectivos para el control de contaminación química y bacteriológica de los alimentos. Existen planes parciales para tipos de comida específicos que utilizan

sus propias estrategias de muestreo. En algunos casos, estas estrategias están limitadas en el tiempo así como en el número de comidas analizadas, para así obtener información de manera eficiente. El registro de brotes de enfermedades producidas por la comida (Food\_E1) está regulado por la ley, aunque no es posible cuantificar la carencia de información.

**Residuos peligrosos y Tierras contaminadas****Tabla 8: Indicadores sobre Residuos y Tierras Contaminadas****a) Aprobados**

Código Indicador	Nombre del indicador	Significado
Waste_P1	Generación de residuos peligrosos	Presión
Waste_S1	Áreas contaminadas por residuos peligrosos	Estado
Waste_A1	Legislación sobre residuos peligrosos	Acción

**b) Excluidos**

Código Indicador	Nombre del indicador	Significado
Waste_Ex1	Niveles de plomo en sangre en población infantil	Exposición

La normativa sobre residuos peligrosos está armonizada por las reglas de la UE que han sido aceptadas por nuestro país. Algunos indicadores medioambientales tales como el Waste\_Ex1 no pueden obtenerse porque no existe un programa de vigilancia sobre niveles de plomo en sangre en los niños.

Tampoco se puede obtener información para este proyecto del Waste\_S1 por razones confidenciales de las empresas.

**Indicadores Químicos****Tabla 9: Indicadores sobre Emergencias Químicas****a) Aprobados**

Código Indicador	Nombre del indicador	Significado
Chem_P1	Instalaciones con gran cantidad de residuos químicos	Presión
Chem_E1	Mortalidad por accidentes químicos	Efecto
Chem_A1	Regulaciones sobre ordenación del territorio	Acción
Chem_A2	Registro de incidentes químicos	Acción
Chem_A3	Centros de servicio toxicológico	Acción
Chem_A4	Protocolos de tratamiento de envenenamientos	Acción
Chem_A5	Estado de preparación del gobierno para emergencias químicas	Acción

España dispone de Centros de Toxicología (Chem\_A3) y guías estandarizadas para la mayoría de las intoxicaciones. Sin embargo, bajo el punto de vista de su utilización por parte del Sistema Nacional de Salud estas guías no son bien conocidas ni están validadas excepto algunas que han sido publicadas por el Ministerio de Sanidad y Consumo. Los médicos no disponen de información suficiente al respecto e incluso la Asociación Española de Toxicología ha encontrado algunos problemas con su distribución (Chem\_A4).

## Indicadores de salud laboral

### Tabla 10: Indicadores sobre Salud Laboral

#### A) Aprobados

Código Indicador	Nombre del indicador	Significado
Work_E1	Mortalidad laboral	Efecto
Work_E2	Tasa de enfermedad o accidentes laborales	Efecto
Work_E3	Absentismo laboral por enfermedad	Efecto
Work_A1	Registros sobre enfermedades laborales	Efecto

Existe una normativa adecuada en términos de definición de enfermedades y accidentes laborales. Sin embargo, la recogida de datos de accidentes menores que pueden ser tratados en el área de trabajo, no está bien registrada (Work\_E2).

Por otra parte, los datos de mortalidad debido a accidentes laborales (Work\_E1) se ven afectados por una carencia de información mal cuantificada, dada la mortalidad a largo plazo después del accidente.

## DISCUSIÓN

El proyecto de indicadores se encuentra ahora en la fase piloto, fase en la cual se han recogido los datos de aproximadamente un 73.5% de los indicadores. Aunque la fase de factibilidad predijo que se podrían obtener el 89% de los indicadores, la recolección de los datos supuso muchas limitaciones, debido a la incompatibilidad de algunas variables en los sistemas de información españoles con las variables definidas por la OMS. A nivel de gestión del proyecto, la mayor dificultad radicó en la disparidad de responsabilidades en materia de medio ambiente y salud entre las instituciones españolas. Además, muchos de los organismos, como depositarios de la infor-

Existen planes de emergencia (Chem\_A5) para accidentes químicos que se han intensificado últimamente debido a las posibles amenazas bioterroristas. Las medidas sanitarias están enfocadas para atender grandes emergencias pero no están bien adaptadas para brotes epidémicos masivos. En cuanto a Chem\_A2 no existe un registro público de incidentes de empresas a causa de razones de confidencialidad de las empresas.

mación para la que son competentes, tienen la obligación de facilitar datos a varias instituciones supranacionales (UE, OCDE, OMS), lo cual pone en evidencia la duplicación de tareas y la falta de coordinación entre los organismos internacionales. Además de la aportación técnica a la salud ambiental en España, un valor añadido de este proyecto ha sido el establecimiento de líneas de colaboración estrechas con los responsables de los diferentes Ministerios implicados.

## BIBLIOGRAFÍA

- 1.-World Health Organization. Regional Office for Europe. Environmental Health Indicators for the WHO European Region. Survey methods for environmental health assessments. Report on the WHO Working Group Meeting. Bonn, 18-19 2002.
- 2.-WHO. Office of Global and Integrated Environmental Health. Linkage methods for environment and health analysis. General Guidelines. Editado por Briggs D, C. Corvalán, M. Nurminen.
- 3.-World Health Organization. The Environment and Health Information System. Disponible en : <http://www.who.dk/eprise/main/WHO/Progs/EHI/Home>.

# EXPOSICIÓN HUMANA A LAS RADIACIONES ELECTROMAGNÉTICAS NO IONIZANTES. LEGISLACIÓN Y MEDIDAS DE ESTACIONES BASE

## *HUMAN EXPOSITION TO NON IONIZING ELECTROMAGNETIC RADIATIONS. LEGISLATION AND BASE STATIONS MEASUREMENTS*

Alonso Alonso Alonso<sup>1</sup>, Ramón de la Rosa Steinz<sup>1</sup>, Roberto Hornero Sánchez<sup>1</sup>, Daniel Emilio Abásolo Baz<sup>1</sup>, Antonio García Pino<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Escuela Técnica Sup. de Ingenieros de Telecomunicación de Valladolid, Univ de Valladolid.

<sup>2</sup>Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación de Vigo, Universidad de Vigo

### RESUMEN

Este trabajo trata sobre los procedimientos de medida de las radiaciones no ionizantes y sus niveles registrados en medidas reales. Las fuentes de radiación analizadas cubren los medios de radiodifusión más corrientes, tales como las transmisiones AM y FM y también las estaciones base de telefonía móvil GSM. Estas fuentes habitualmente radian sobre áreas con alta densidad de población. Se describe brevemente el marco legal que regula los niveles de radiación en España y se señalan algunas posibles mejoras. Se valorarán los resultados encontrados en las medidas.

**PALABRAS CLAVE:** Radiaciones no-Ionizantes, Antenas, GSM, FM, AM, Regulación, Medidas de Exposición

### INTRODUCCIÓN

En los últimos años se ha manifestado una gran preocupación social respecto a los posibles efectos sobre la salud de las radiaciones electromagnéticas no ionizantes, centrada principalmente en las originadas en estaciones base de telefonía móvil. Se percibe fácilmente en las opiniones de los ciudadanos e incluso en las noticias de prensa una falta de rigor científico muy preocupante que induce a formular falsas conclusiones sobre el tema, las cuales llegan a parecer ciertas a fuerza de repetirlas. Es responsabilidad de los científicos y también de los políticos informar suficientemente a la población sobre las diversas fuentes de emisión de ondas electromagnéticas no ionizantes y sobre las medidas de control vigentes para asegurar unos niveles adecuados de exposición. El Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicación ha invitado a sus asociados a contribuir a esta clarificación necesaria

### ABSTRACT

This work deals about measurement procedures of non-ionizing radiations and their recorded levels in practice. The analyzed radiation sources cover the most common broadcasting media such as AM and FM transmissions and the GSM mobile telephony base stations. These sources currently radiate locations with high density of population. Spanish radiation level regulations are briefly described and some possible improvements are pointed out. The measurement results are discussed.

**KEY WORDS:** Non-Ionizing Radiations, Antennas, GSM, FM, AM, Regulation, Exposure Measurements

que afecta indirectamente a la extensión de nuevas tecnologías basadas en radio y ha tomado medidas propias para ayudar a tal objetivo. Se encuentra disponible todo tipo de documentación divulgativa y también de cierta profundidad técnica en las páginas web de esta institución, accesible libremente para cualquier persona interesada en la materia<sup>1</sup>. La información amplia y rigurosa sobre el tema a la población redundará en una mayor capacidad para valorar en su justo término el hipotético riesgo al que podemos estar sometidos y así prevenir posibles alarmas injustificadas. Los autores quieren aportar en este trabajo su pequeña contribución a la difusión y divulgación de aspectos de la tecnología que interesan cada vez más al público en general como son los relacionados con el entorno electromagnético que nos rodea con creciente intensidad. En este trabajo presentaremos el marco normativo que regula la toma de medidas de exposición radioeléctrica en España y como se llevan a la

**Correspondencia:** Alonso Alonso Alonso. Dpto. Teoría de la Señal y Comunicaciones e Ingeniería Telemática, ETSI Telecomunicación, Universidad de Valladolid. c/ Camino del Cementerio s/n, 47011 Valladolid. Tf: 983185571, Fax: 983423667, [alonso3@tel.uva.es](mailto:alonso3@tel.uva.es)

práctica dichas medidas. Se expondrán brevemente las situaciones encontradas en emisiones de telefonía móvil celular y se compararán con los niveles registrados en el entorno de transmisores de otro tipo tan corrientes como los de radiodifusión de AM, FM y de televisión con los cuales convivimos desde hace décadas.

Otro aspecto de interés es la descripción del instrumental de medida necesario para la realización de los informes oficiales de certificación de los niveles de las emisiones. Se propondrá también en este punto una mejora y simplificación en los procedimientos de medida con respecto a los aplicados en la actualidad.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Expondremos en este apartado el marco regulador, métodos de medida y los equipos utilizados.

Teniendo en cuenta los estudios científicos desarrollados hasta ahora referentes a los efectos biológicos de las radiaciones electromagnéticas no ionizantes, diversos organismos internacionales han elaborado detallados informes que constituyen el referente más riguroso sobre el tema. En materia de emisiones radioeléctricas, la Unión Europea ha realizado un importante esfuerzo armonizador. La normativa europea se basa en la Recomendación del Consejo, de 12 de julio de 1999, relativa a la exposición del público a campos electromagnéticos en el margen de 0Hz a 300GHz. Dicha Recomendación concuerda con las recomendaciones emitidas por la Comisión Internacional sobre Protección frente a Radiaciones No-Ionizantes y los trabajos efectuados por el Comité Europeo de Normas Electrotécnicas.

Los diversos gobiernos de la Comunidad Europea, urgidos por la alarma social originada en la población respecto de la posible malignidad de las emisiones procedentes de las estaciones base de telefonía móvil, se han apresurado a redactar las pertinentes regulaciones respecto de los niveles de exposición máximos admisibles por las personas. El Estado Español, a través de la Subdirección General de Sanidad Ambiental y Salud Laboral convocó en su momento a un comité de expertos independientes de reconocido prestigio, relacionados con la evaluación del riesgo de los campos electromagnéticos sobre la salud humana, con el fin de elaborar un informe técnico acerca de los mismos y su posible incidencia en la salud pública. Las conclusiones y recomendaciones de dicho informe fueron presentadas el 11 de mayo de 2001, estando en línea con las propuestas en los informes de referencia mencionados anteriormente. Por fin, el Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre de 2001<sup>2</sup>, fijó los niveles máximos de exposición radioeléctrica admisibles en humanos para cada frecuencia del espectro radioeléctrico utilizado en la actualidad, denominados niveles de restricciones básicas. A partir de ellos se definen también

los llamados niveles de referencia que no deben superarse en las medidas, expresados en unidades que pueden registrarse con facilidad en la práctica, empleando la instrumentación adecuada, y que aseguran el cumplimiento de las restricciones básicas. La Orden Ministerial CTE/23/2002, de 11 de enero de 2002<sup>3</sup>, desarrolla los aspectos referentes a la presentación de estudios y certificaciones de los operadores de los servicios de radiocomunicaciones encaminados a la comprobación del cumplimiento de los niveles de seguridad respecto a los límites que establece el Real Decreto.

En el citado real decreto se definen los conceptos de Restricciones Básicas y de Niveles de Referencia como:

- Restricciones Básicas: las restricciones de la exposición a los campos eléctricos, magnéticos y electromagnéticos variables en el tiempo, basadas directamente en los efectos sobre la salud conocidos y en consideraciones biológicas. Dependiendo de la frecuencia del campo, las magnitudes físicas empleadas para especificar estas restricciones son la inducción magnética (B), la densidad de corriente (J), el índice de absorción específica de energía (SAR) o la densidad de potencia (S).
- Niveles de Referencia: son los que se ofrecen a efectos prácticos de evaluación de la exposición, para determinar la probabilidad de que se sobrepasen las restricciones básicas. Algunos niveles de referencia se derivan de restricciones básicas pertinentes utilizando medidas o técnicas computerizadas, y algunos se refieren a la percepción y a los efectos adversos indirectos de la exposición a las emisiones radioeléctricas. Las magnitudes derivadas son la intensidad de campo eléctrico (E), la intensidad de campo magnético (H), la inducción magnética (B), la densidad de potencia (S) y la corriente en extremidades (I). Las magnitudes que se refieren a la percepción y otros efectos indirectos son la corriente de contacto (I<sub>c</sub>) y, para los campos pulsátiles, la absorción específica de energía (SA).

Los valores medidos o calculados de cualquiera de estas cantidades pueden compararse con el nivel de referencia adecuado. El cumplimiento del nivel de referencia garantizará el respeto de la restricción básica pertinente. Que el valor medido sobrepase el nivel de referencia no implica necesariamente que se sobrepase la restricción básica, pero en tales circunstancias es necesario comprobar si esta se respeta.

Los valores recogidos se aplican sobre zonas en las que pueda permanecer habitualmente público en general, no debiendo ser aplicados para aquellos espacios con acceso acotado con vallados u otros medios en los que no pueden penetrar personas.

En las Tablas 1 y 2 se recogen los valores de las restricciones básicas y de los citados niveles de referencia.

Tabla 1

Gama de frecuencia	Inducción magnética (mT)	Densidad de corriente (mA/m <sup>2</sup> )rms	SAR medio de cuerpo entero (W/kg)	SAR localizado (cabeza y tronco) (W/kg)	SAR localizado (miembros) (W/kg)	Densidad de potencia S (W/m <sup>2</sup> )
0 Hz	40	—	—	—	—	—
>0-1 Hz	—	9	—	—	—	—
1-4 Hz-	—	8/f	—	—	—	—
4-1.000 Hz	—	2	—	—	—	—
1.000 Hz-100 kHz	—	f/500	—	—	—	—
100 kHz-10 MHz	—	f/500	0,08	2	4	—
10MHz-10 GHz	—	—	0,08	2	4	—
10-300 GHz	—	—	—	—	—	10

**Restricciones Básicas para campos eléctricos, magnéticos y electromagnéticos (0Hz-300GHz). La variable “f” es la frecuencia expresada en Hz.**

Tabla 2

Gama de frecuencia	Intensidad de campo E — (V/m)	Intensidad de campo H — (A/m)	Campo B — (μT)	Densidad de potencia equivalente de onda plana — (W/m <sup>2</sup> )
0-1 Hz	—	3,2 x 10 <sup>4</sup>	4 x 10 <sup>4</sup>	—
1-8 Hz	10.000	3,2 x 10 <sup>4</sup> /f <sup>2</sup>	4 x 10 <sup>4</sup> /f <sup>2</sup>	—
8-25 Hz	10.000	4.000/f	5.000/f	—
0,025-0,8 kHz	250/f	4/f	5/f	—
0,8-3 kHz	250/f	5	6,25	—
3-150 kHz	87	5	6,25	—
0,15-1 MHz	87	0,73/f	0,92/f	—
1-10 MHz	87/f <sup>1/2</sup>	0,73/f	0,92/f	—
10-400 MHz	28	0,73/f	0,092	2
400-2.000 MHz	1,375 f <sup>1/2</sup>	0,0037 f <sup>1/2</sup>	0,0046 f <sup>1/2</sup>	f/200
2-300 GHz	61	0,16	0,20	10

**Niveles de referencia para campos eléctricos, magnéticos y electromagnéticos (0Hz-300GHz, valores rms imperturbados). La variable “f” se expresa en las unidades indicadas en la columna de gama de frecuencias.**

Todo este marco regulatorio no sólo fija los límites de las magnitudes medidas sino que determina de una forma más o menos concreta la forma de realizar las medidas y los equipos que deben utilizarse, sobre todo en la orden ministerial citada.

Los efectos de los campos electromagnéticos son pues dependientes de la frecuencia tanto en el mecanismo de actuación y los efectos producidos como en los niveles requeridos para producir dichos efectos. Al elaborar las restricciones básicas se ha tenido en cuenta esta circunstancia y resulta interesante resumir los criterios que se han asumido:

- Entre 0Hz y 1Hz se realizan restricciones sobre B para campos estáticos y de densidad de corriente para campos variables de 1Hz, que pueden afectar al sistema nervioso central y al cardiovascular.
- Entre 1Hz y 10MHz, las densidades de corriente inducidas por los campos deben limitarse debido a su efecto sobre las funciones del sistema nervioso.
- Entre 100kHz y 10GHz se proporcionan restricciones básicas de SAR para prevenir la fatiga calorífica del cuerpo entero y un calentamiento local excesivo de los tejidos. Entre 100kHz y 10MHz se ofrecen también las restricciones sobre densidad de corriente citadas en el apartado anterior.

- Entre 10GHz y 300GHz se quieren prevenir los efectos de calentamiento en tejidos cerca de la superficie corporal fijando límites sobre la densidad de potencia en el entorno.

Además se ha tenido en cuenta las variaciones que puedan introducir las sensibilidades individuales, las condiciones medioambientales y la diversidad de edad y salud de los ciudadanos.

En el caso que nos ocupa, el de la medida de las radiaciones no ionizantes procedentes de los sistemas de telecomunicación que más nos afectan, como telefonía, radiodifusión y televisión, donde los autores han trabajado, nos centramos en el rango comprendido entre la banda de MF, donde se ubica el servicio de radiodifusión AM (en el entorno de 1MHz) y la parte final de la banda de UHF (3GHz), hasta donde se extiende la telefonía móvil de segunda generación.

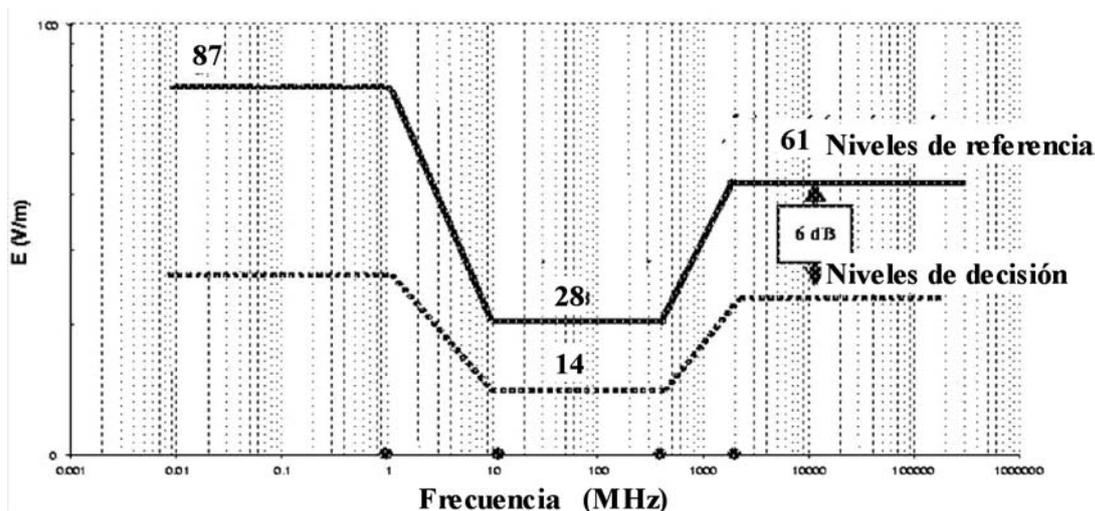
Para la realización de las medidas sobre las estaciones radioeléctricas objeto de la orden ministerial CTE/23/2002 antes citada, es necesario realizar medidas de diversos tipos, que afectan a todas las radiofuentes que puedan emitir un nivel de potencia no despreciable en la zona de estudio:

- Medidas de campo eléctrico E en banda ancha, que cubra los márgenes de frecuencia de las diversas radiofuentes consideradas.

- Medidas de campo magnético H en aquellos casos en que, por encontrarnos en campo cercano, los campos E y H no puedan calcularse el uno a partir del otro.
- Medidas de campo E y/o H en banda estrecha mediante analizador de espectro con objeto de identi-

car individualmente la intensidad de campo procedente de cada radiofuente cuando se superan los niveles de decisión definidos en la figura 1, establecidos 6dB por debajo de los niveles de referencia del real decreto.

Figura 1



Niveles de referencia de campo eléctrico y sus correspondientes niveles de decisión.

El procedimiento de medida debe iniciarse con una exploración previa exhaustiva de toda la zona empleando una sonda de campo de banda ancha para localizar las zonas exposición más intensa y los puntos más interesantes para realizar las medidas posteriores. Este proceso es muy importante pues frecuentemente se encuentran niveles inesperados en zonas en que teóricamente no deberían haberlos y viceversa. Esto ocurre debido a la complejidad electromagnética de los entornos reales, con presencia de obstáculos reflectores, absorciones, planos de tierra imperfectos etc. El resto del procedimiento está recogido convenientemente en la orden ministerial CTE/23/2002, y en los protocolos de medida recomendados por el Colegio de Ingenieros Superiores de Telecomunicación y que por su extensión no podemos exponer aquí.

Los equipos de medida deben cumplir rigurosos requisitos técnicos que hace que sólo puedan ser suministrados por un número relativamente pequeño de fabricantes especializados; esta circunstancia encarece mucho dichos equipos. Las sondas de campo eléctrico usadas poseen respuesta a partir de los 100kHz y superan los 3GHz. Las de campo magnético, empleadas para medidas de campo próximo se aplican a frecuencias relativamente bajas, donde la condición de campo lejano no puede cumplirse y se han usado en la medida de emisiones de radiodifusión AM.

Las medidas de banda estrecha usando analizadores de espectro se realizan con analizadores portátiles de cualquiera de los fabricantes especializados del mercado y que en nuestro caso alcanzaban desde 100kHz hasta ligeramente por encima de los 3GHz. Las antenas empleadas con el analizador pueden ser voluminosas y normalmente directivas por lo que en cada punto de medida es necesario determinar pacientemente la dirección de máxima radiación hacia donde deben orientarse. A veces es

difícil que una única antena cubra todas las bandas de frecuencia de interés con lo que pueden llegar a emplearse varias antenas para la realización de medidas en el mismo punto.

## RESULTADOS

En este apartado comentaremos los resultados obtenidos en las medidas de estaciones base de telefonía móvil en entorno rural y de medidas sobre estaciones de radiodifusión AM y FM. En algún caso la estación de telefonía compartía emplazamiento con un repetidor de televisión. Hemos comprobado que existe un patrón bastante definido en cada tipo de sistemas, que resulta interesante exponer.

En los emplazamientos de telefonía, es frecuente no encontrar ningún punto de medida donde se registre suficiente potencia promediada como para superar el umbral inferior del aparato. Las tablas a rellenar resultan ser bastante sencillas, todas las medidas se realizaban en campo lejano, bastando para ello una sonda de campo eléctrico de banda ancha y anotando valores nulos o muy bajos.

En los emplazamientos de radiodifusión FM los niveles medidos resultaban bastante significativos, acercándose en algún caso a los niveles de decisión que nos hubiesen obligado a medir con analizador de espectro. Las medidas fueron todas en campo lejano, debido a la altura de suspensión de las antenas, y a los vallados circundantes a las torres lo que resultaba en una distancia de alejamiento suficiente.

Los emplazamientos mixtos de radiodifusión AM y FM, empleaban la antena de AM como torre de suspensión del array de FM. Las alturas de colocación de estas antenas arrays solían ser aún mayores a las del caso anterior y los vallados de la torre más amplios. Las longitudes

de onda de las misiones en la banda de radiodifusión AM son muy grandes, precisando recorrer el campo radiado una gran distancia antes de presentar las características de onda plana que se dan en la condición de campo lejano. En este caso nos veíamos obligados a medir también, independientemente el campo H presente en todos los puntos de medida con una sonda de banda ancha omnidireccional apropiada. Casi todo el valor de campo procede de las estaciones AM, pero en algún caso, debido a tener que incluir (a causa del procedimiento recogido en la orden ministerial) el límite de decisión mucho más bajo de la FM, que en lógica se podría haber evitado, nos vimos obligados a realizar las laboriosas medidas de banda estrecha en algún emplazamiento. A pesar de registrarse valores importantes de campo, tampoco encon-

tramos ninguna estación que superase los límites legales de emisión, aunque otros grupos de trabajo sí han encontrado estaciones con problemas.

Los emplazamientos medidos por los autores que albergaban únicamente servicio de radiodifusión AM, salvo la complicación de la medida en campo cercano, no dan mayores problemas, quedando sus niveles de emisión por debajo de los límites legales.

En las Tablas 3 y 4 se recogen unas medidas reales en el mismo formato que se presentan en los informes de certificación de un operador para el cumplimiento de los niveles de campo radiado. Por economía de espacio no se añade una tabla sobre medidas de telefonía móvil, pero ya se ha explicado que los niveles medidos suelen quedar por debajo de los límites de sensibilidad del aparato de medida.

**Tabla 3**

Equipo de medida utilizado				Datos de las mediciones					
Marca: NARDA				Código de estación: Xx xx					
Modelo: EMR-300				Fecha de realización: 20/04/2002					
Nº de serie: AN-0022				Técnico responsable: Alonso Alonso Alonso					
Rango de frecuencias <sup>2</sup> : 3 kHz – 60 GHz				Nº total de mediciones: 8					
Fecha de última calibración*: 22/02/2002									
Valor del umbral de detección:									
Sonda de banda ancha									
Marca: NARDA									
Modelo: 2244/9072 – Type 18.0									
Nº de serie <sup>2</sup> : F-0019									
Rango de frecuencias <sup>2</sup> : 100 KHz - 3 Ghz.									
Resolución <sup>2</sup> : 0.01 V/m									
Sensibilidad <sup>2</sup> : 0.2 V/m									
Planicidad <sup>2</sup> : +1 dB a -3 dB sobre 27.12 MHz (sobreferencia=27,12 MHz)									
Fecha de última calibración*: 21/02/2002									
Localización del punto de medida respecto del soporte de antenas			Hora de inicio de cada medición	Unidad empleada (W/m <sup>2</sup> ) ó (V/m)	Nivel de Referencia (1)	Nivel de decisión (2)	Valor medido promediado (3)	Diferencia: (2) - (3) (5)	¿El punto corresponde a un Espacio Sensible? (SI/NO)
Punto de medida	Dist (m)	Acim (°)							
1	23.4	64	11:56	V/m	28	14	10.42	3.58	NO
2	42.2	64	12:06	V/m	28	14	4.08	9.92	NO
3	45.65	100	12:13	V/m	28	14	4.15	9.85	NO
4	40.5	161	12:20	V/m	28	14	4.95	9.05	NO
5	42.2	253	12:28	V/m	28	14	5.76	8.24	NO
6	22.3	350	12:39	V/m	28	14	5.15	8.85	NO
7	98.5	315	12:48	V/m	28	14	3.20	10.8	NO
8	49.2	15	12:59	V/m	28	14	4.07	9.93	NO

**Tabla de medidas de campo eléctrico correspondiente a un informe realizado por los autores sobre una estación que alberga dos emisoras de FM en la provincia de Palencia. Se ha suprimido intencionadamente en esta tabla la identificación de dichas emisoras.**

## DISCUSIÓN

En este apartado se pretende tratar dos asuntos principales; en primer lugar la comparación de los niveles de radiación entre los diferentes servicios de radiocomunicación analizados; en segundo lugar, una discusión sobre

la conveniencia de los métodos de medida que impone la normativa en cuanto a eficacia y a facilidad de realizar las citadas medidas.

Respecto al primer tema, las medidas de campo de las estaciones de telefonía móvil GSM deberían tranquilizar a la población a la vista de los pequeños niveles registra-

Tabla 4

Localización del punto de medida respecto del soporte de antenas			Hora de inicio de cada medición	Unidad empleada (W/m <sup>2</sup> ) ó (V/m)	Nivel de Referencia	Nivel de decisión	Valor medido promediado	Diferencia: (2) - (3)	¿El punto corresponde a un Espacio Sensible? (SI/NO)
Punto de medida	Dist (m)	Acim (°)							
1	52	11	14:30	V/m	28	14	18.23	<0	NO
2	48	50	14:48	V/m	28	14	16.5	<0	NO
3	58	120	15:05	V/m	28	14	9.06	4.94	NO
4	60	5	15:26	V/m	28	14	10.31	3.69	NO
5	52	249	15:43	V/m	28	14	11.83	2.17	NO
6	56	195	16:01	V/m	28	14	8.77	5.23	NO
7	108	353	16:25	V/m	28	14	5.29	8.71	NO
8	208	320	16:45	V/m	28	14	1.92	12.08	NO

**Tabla de medidas de campo eléctrico correspondiente a un informe realizado por los autores sobre una estación que alberga dos emisoras, una de FM y otra de AM en la provincia de Cáceres. Se ha suprimido la cabecera de esta tabla con los datos técnicos, que es idéntica a la anterior en aras de evitar información redundante.**

dos, no solo por estos autores, sino también en la amplia campaña de medidas realizadas en el ámbito nacional por diversos grupos. La alarma social generada en torno a las estaciones base de telefonía móvil no está justificada, al menos desde el punto de vista de la intensidad con la que los ciudadanos son radiados por estas estaciones. Es posible que la citada alarma social esté relacionada con la relativa novedad del servicio de telefonía móvil respecto de otras radiofuentes clásicas que nos rodean desde hace décadas y la súbita e impactante aparición de multitud de estaciones base para cubrir celdas cada vez más pequeñas. La población debe conocer que el volumen de tráfico de voz y datos que los sistemas celulares pueden manejar están relacionados necesariamente con el tamaño de sus celdas, de modo que a celdas más pequeñas, el servicio será mejor; pero cada celda está gestionada por una estación base. En las ciudades, donde el consumo de recursos del sistema de telefonía es más elevado, las estaciones bases son más numerosas, pero al gestionar celdas de cobertura de menor tamaño, la potencia que necesitan radiar es también mucho menor. Una buena información sobre el funcionamiento de la telefonía móvil celular puede encontrarse en las anteriormente citadas páginas web del COIT<sup>1</sup>.

Las emisiones de servicios de radiodifusión con los que estamos habituados a convivir y que no presentan una estructura celular, poseen pocas estaciones transmisoras, pero radian con una intensidad notablemente mayor que las de telefonía móvil. Además los estudios realizados sobre efectos biológicos imponen un límite de tolerancia más bajo a las frecuencias de VHF donde se emite la radiodifusión FM que a la banda de frecuencias asignada a los servicios de telefonía celular (ver figura 1). No obstante no parece que exista una preocupación especial en la población por el posible efecto de las emisiones FM, a pesar de que pueden producirse exposiciones sobre personas con densidades de potencia relativamente mucho más altas. En el caso de las estaciones más potentes, las de radiodifusión AM, presentan los valores más elevados, aunque en esas frecuencias el cuerpo humano y la radiación incidente interactúan poco y los efectos producidos son menores; de ahí que la normativa per-

mita alcanzar con seguridad unos niveles de intensidad de campo muy altos (87V/m). También debería conocerse que la exposición a las señales de telefonía móvil procedente de nuestros terminales móviles es muy superior a la que recibimos de la estación base cuando estamos utilizando el servicio.

Sobre el segundo tema: la discusión sobre la normativa y los procedimientos de medida impuestos por la misma cabría señalar algunos posibles puntos débiles, que recogeremos aquí con ánimo constructivo en todo caso.

Debemos señalar que las restricciones básicas se centran, para el margen de frecuencias de nuestro interés, en densidades de corriente inducidas que pueden alterar el comportamiento del sistema nervioso y, sobre todo, en efectos térmicos de las radiaciones sobre el tejido. En ambos casos se supone que los efectos cesan un tiempo más o menos breve después de terminar la exposición de la persona a los campos electromagnéticos causantes de los mismos, siempre que se respeten los límites de exposición que se indican. La suposición de que los únicos efectos producidos son de esta naturaleza está siendo muy discutida incluso por algunos grupos científicos, que intentan destacar también la posible influencia de la modulación empleada en las emisiones de carácter pulsado, como es el caso del GSM. Mientras la potencia promediada radiada es muy pequeña en GSM, los valores instantáneos pueden ser elevados y producir efectos diferentes de los térmicos sobre el organismo, como de hecho sucede sobre algunos circuitos que manejan señales pulsadas de intensidades extremadamente elevadas en aplicaciones de RADAR. Tal vez sería prudente no aplicar un simple procedimiento de promediado en las medidas de sistemas con modulaciones de ese tipo.

El punto más conflictivo de la recomendación europea, en la que se apoya la normativa española es, tal vez, el relacionado con la aplicación del principio de precaución. La cuestión de cuándo y cómo utilizar el principio de precaución está suscitando intensos debates y dando pie a opiniones divergentes en todo el mundo. Algunos grupos sugieren niveles "precautorios" de exposición que son muy inferiores a los establecidos en las restricciones básicas del real decreto 1066 de 28 de septiembre.

Otro punto que creemos necesario comentar es la fuerte influencia del problema de la telefonía móvil sobre la redacción de la normativa reguladora, especialmente en el caso de la orden ministerial. El protocolo que se deriva de la aplicación del citado documento hace muy sencillas las medidas sobre estaciones base de telefonía móvil, donde suele bastar con medir empleando una simple sonda de campo eléctrico y no es necesario, prácticamente nunca, pasar a medidas con analizadores de espectro, que son extremadamente difíciles de realizar en el caso de otro tipo de emisiones. En particular, una ubicación donde convivan servicios de radiodifusión AM y FM y a la vez TV es muy difícil de medir mediante analizador de espectro por la cantidad de antenas diferentes a emplear y el lento proceso empleado sobre cada antena en cada medida. Otro ejemplo es la obligada aplicación del promediado de 6 minutos en el caso de la medida de una antena que únicamente contiene servicios de radiodifusión FM que tienen una potencia de salida teóricamente constante. En la práctica se aplican 6 minutos de espera en cada medida a pesar de que podemos comprobar que el valor medido no varía significativamente durante ese tiempo. En AM, el tiempo de integración necesario para promediar el campo es inferior a 1 segundo y sin embargo también debemos esperar 6 minutos.

La forma más sencilla de comprobar el cumplimiento de la norma sobre los niveles de emisión sería empleando en la medida sondas omnidireccionales de potencia pon-

deradas según los valores recogidos en los niveles de referencia. En el caso de situaciones donde es necesario medir en campo cercano, se podrían emplear sondas ponderadas "isotrópicas" de campos E y H independientemente. Algún fabricante ha comercializado una sonda de densidad de potencia ponderada del tipo que aquí se cita. Las sondas ponderadas omnidireccionales pueden garantizar medidas que aseguren el cumplimiento de los niveles de referencia de un modo sencillo y rápido y debería proponerse su uso.

## BIBLIOGRAFÍA

- 1.-Documentos sobre Antenas y Salud recogidos en las páginas web del Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicación 2003. Disponible en: [www.aeit.es](http://www.aeit.es)
- 2.-Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre, por el que se aprueba el reglamento que establece las condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a emisiones, radioeléctricas. BOE núm. 234, de 29 de septiembre.
- 3.-Orden CTE/23/2002, de 11 de enero, por la que se establecen condiciones para la presentación de determinados estudios y certificaciones por operadores de servicios de radiocomunicaciones. BOE núm. 11, de 12 de enero.

# QUÉ SABEMOS A PARTIR DE LOS ESTUDIOS EPIDEMIOLÓGICOS SOBRE LA EXPOSICIÓN RESIDENCIAL A ONDAS DE RADIOFRECUENCIA Y SU RELACIÓN CON EL CÁNCER

## *WHAT WE KNOW FROM EPIDEMIOLOGICAL STUDIES ON CANCER AND RESIDENTIAL EXPOSURE TO RADIO- FREQUENCY FIELDS*

Marina Pollán Santamaría

Servicio de Epidemiología del Cáncer. Centro Nacional de Epidemiología. Instituto de Salud Carlos III

### RESUMEN

En esta revisión se presentan y comentan los estudios existentes sobre la exposición residencial a campos de radiofrecuencia con relación a un posible aumento de incidencia o de mortalidad por cáncer. La mayor parte de estos estudios son de naturaleza ecológica, con una medida de exposición indirecta: la distancia a las antenas. El control de posibles factores de confusión más allá de la edad y el sexo es bastante limitado. Por estas razones, los resultados de estos estudios no tienen una fácil interpretación causal. Muchas veces el estudio fue motivado por la aparición de una agregación inusual de casos de cáncer. Algunos de estos *clusters* fueron reanalizados llegando a conclusiones diferentes, lo que demuestra la debilidad metodológica de este tipo de estudios.

**PALABRAS CLAVE:** campos electromagnéticos, radiofrecuencia, antenas, cáncer.

En esta revisión se presentan y comentan los estudios existentes sobre la exposición residencial a campos de radiofrecuencia con relación a un posible aumento de incidencia o de mortalidad de distintos tipos de tumores.

Como ayuda para la correcta interpretación de los resultados de dichos estudios, este trabajo se inicia con unos breves comentarios sobre la investigación epidemiológica y la epidemiología espacial.

### Características de la Investigación Epidemiológica

La epidemiología es la ciencia que estudia la frecuencia de aparición de la enfermedad y de sus determinantes en la población. Su interés se centra precisamente en la población, para conocer quién enferma, dónde enferma y

### SUMMARY

This review discusses epidemiological studies on residential exposure to radiofrequency fields and its possible association with cancer are commented. Most of these studies are ecologic. They use the distance to the power station as a surrogated measure of exposure. Possible confounders other than sex and age are rarely considered. For these reasons, it is difficult to infer causality from their results. Very often the study was carried out due to the observation of cluster of cancer cases. Some of these clusters were reanalysed yielding different conclusions, showing their methodological weakness.

**KEY WORDS:** electromagnetic fields, radiofrequency, power station, cancer

cuándo, como pasos necesarios para llegar a conocer el porqué de la distribución del fenómeno salud - enfermedad. Se trata de una ciencia observacional, debido a la complejidad de su unidad de análisis -las personas dentro de la población- y las restricciones éticas que se derivan de su estudio. La imposibilidad de diseñar estudios experimentales para investigar el efecto de los posibles factores nocivos para la salud implica la necesidad de realizar dicha investigación en un contexto crítico que intente eliminar o al menos diluir la presencia de sesgos y factores de confusión. Se trata, en definitiva, de poner a prueba la asociación estudiada no sólo frente al posible papel del azar, sino también frente a posibles explicaciones alternativas ajenas a la exposición cuyo efecto se pretende medir. En este sentido, el método epidemiológico ha ido desarrollando estrategias de diseño y de análisis para

mejorar la calidad de sus resultados. Cualquier estudio epidemiológico debe partir de una hipótesis formulada a priori, contar con un diseño adecuado, comprobar que existe una asociación no explicable por el azar, eliminar o mitigar el efecto de otras variables relacionadas con la exposición y con la enfermedad bajo estudio y finalmente realizar un juicio crítico sobre la posible existencia de una relación causal.

Respecto a la causalidad, los criterios tradicionalmente empleados son los formulados por Sir Austin Bradford Hill<sup>1</sup>: fuerza de asociación, consistencia, especificidad, temporalidad, gradiente biológico, plausibilidad, coherencia, evidencia experimental y analogía. A excepción del criterio de temporabilidad, es decir, que la causa preceda al evento, ninguno de estos criterios es absolutamente requerido, mientras que se acepta que la presencia supone un refuerzo del supuesto papel etiológico que se pretende valorar.

### Características de la Epidemiología Espacial<sup>2</sup>.

La utilización de mapas goza de gran tradición en epidemiología. La comparación de distintas unidades geográficas ha servido en repetidas ocasiones para sugerir nuevas hipótesis etiológicas. En este sentido, las áreas con menor incidencia de cáncer proporcionan un “nivel basal” de enfermedad que teóricamente sería posible conseguir en otras áreas si se eliminasen los factores que contribuyen al aumento de la frecuencia de cáncer.

Normalmente las áreas de estudio son definidas por criterios políticos o administrativos, en función de la disponibilidad de denominadores adecuados. A veces dicha agrupación tiene poco que ver con los fenómenos que generan la enfermedad, por lo que en las últimas décadas, el interés de la epidemiología espacial se ha desplazado hacia el estudio de áreas más pequeñas. La utilización de datos espaciales muy desagregados proporciona mayor especificidad, pero supone una mayor imprecisión en las estimaciones y la presencia de mayor correlación entre las distintas observaciones. Las nuevas herramientas metodológicas intentan solucionar este tipo de problemas.

La utilización de información más o menos agregada en función de la unidad geográfica bajo estudio imposibilita la mayor parte de las veces la disponibilidad de información individual sobre la exposición y la enfermedad. Se

trata de estudios ecológicos en los que las personas que desarrollan la enfermedad podrían ser precisamente las menos expuestas. Este problema, denominado “falacia ecológica” se reduce al disminuir el tamaño de la unidad de análisis, pero no desaparece. Por otra parte en estos estudios también suele ser más difícil disponer de información suficiente sobre los posibles factores de confusión. La clase social es con frecuencia uno de los factores de confusión más importantes en muchos de los estudios geográficos.

Dentro de los estudios geográficos, los estudios alrededor de un foco contaminante investigan la frecuencia de la enfermedad con relación a la posible influencia medioambiental de dicho foco. La mayor parte de los estudios sobre la exposición a antenas de telefonía caen dentro de esta categoría. Un aspecto básico y no siempre referido en las publicaciones es si la hipótesis bajo estudio se establece a priori o es consecuencia de la existencia de un *cluster* o agrupamiento de casos inesperado que ha generado la alarma de la población. Mientras los métodos de análisis en ambos casos son los mismos, en el segundo caso la elección temporo-espacial del área de estudio se suele realizar maximizando el numerador de las tasas mientras se minimiza el denominador.

Otra limitación importante en este tipo de estudios es la ausencia en general de un periodo de latencia adecuado al proceso que se pretende medir. Para la mayor parte de tumores sólidos, por ejemplo, se considera que el tiempo mínimo para que una determinada exposición desarrolle la enfermedad es de unos 10 años.

Finalmente, en la mayor parte de los casos en este tipo de estudios no se dispone de una medida real de exposición, por lo que se utiliza la distancia al foco contaminante como variable sustitutoria. La distancia puede ser una mala variable de exposición, en el caso por ejemplo de la exposición a campos de radiofrecuencia, si la interposición de elementos físicos como montañas, grandes edificios, etc., supone una barrera para la exposición,

### Principales estudios existentes sobre la exposición de la población a antenas de radiofrecuencia y la incidencia o mortalidad por cáncer.

Los tres primeros estudios se circunscriben a la investigación de *clusters* y están resumidos en la Tabla 1:

Estudio	Hawaii <sup>3</sup>	Policías USA <sup>4</sup>	Sutton Coldfield <sup>5</sup>
Población	Población general (niños)	Cohorte de policías	Población general
Periodo	1979-1990	1979-1991	1974-1986
Exposición	Residir a < 4 km de las torres de radio	Usar armas con radar	Residir a < 2 km de torre de TV / radio
Tipo de estudio	Caso-control (12 / 48)	Cohorte (6 casos)	Áreas pequeñas
Leucemias:			1.83 (1.22-2.74)
Agudas	2.0 (0.06-8.30)		1.86 (0.89-3.42)
L. Mieloide Aguda			1.02 (0.28-2.60)
L. Linfoide Aguda			3.57 (0.74-10.4)
L. Mieloide Crónica			1.23 (0.15-4.43)
L. Linfática Crónica			2.56 (1.11-5.05)
Linfoma no Hodgkin			0.66 (0.28-1.30)
Mieloma Múltiple			1.54 (0.74-2.83)
Cáncer de testículo		6.9 (signif.)	

El estudio de Hawai<sup>3</sup> fue motivado por un *cluster* de 12 casos de leucemia aguda en niños. A partir de ahí se diseñó un estudio de casos y controles que mostró un exceso de riesgo en niños que vivían a menos de 4 kilómetros de las torres de radio. Sin embargo dicha asociación no fue estadísticamente significativa y los autores concluyen que el *cluster* podría ser debido al azar.

El siguiente estudio<sup>4</sup> fue motivado por la aparición de un inesperado número de cánceres de testículo (6 casos) entre 340 policías norteamericanos que usaban armas con radar y a menudo las llevaban en el regazo mientras patrullaban. El estudio mostró una asociación estadísticamente significativa.

La observación de un *cluster* de leucemias y linfomas cerca de la estación de radio de alta potencia de Sutton Coldfield (Reino Unido) motivó la realización de un estudio geográfico en un círculo de 10 km, para comparar el número de casos observados en un periodo de 12 años con el número de casos esperados teniendo en cuenta la edad, el sexo, las diferencias geográficas y el nivel socioeconómico<sup>5</sup>. Los autores encontraron un exceso de leucemias en adultos que vivían a menos de 2 km, mientras el riesgo decrecía al alejarse de la antena. Para los linfomas se observó un exceso de riesgo en el círculo de los 10 km, pero el riesgo fue menor en aquellos que vivían en el área más cercana (círculo de 2 km). En niños no se evidenció un aumento de riesgo. Los autores interpretaron sus resultados con cautela, debido a la naturaleza del estudio motivado por el *cluster* inicial. Encontraron además un aumento de incidencia relacionado con la distancia al transmisor para dos tumores no relacionados con el *cluster*: melanoma maligno y cáncer de vejiga.

Los mismos autores llevaron a cabo un estudio para el mismo periodo y con el mismo diseño<sup>6</sup> alrededor de las 21 estaciones de radio y televisión en Gran Bretaña con una potencia de 500 kW para la televisión o 250 kW para radio FM, incluyendo Sutton Coldfield. Las asociaciones sugeridas por el estudio anterior (leucemias, melanoma y cáncer de vejiga) fueron analizadas excluyendo la estación de Sutton Coldfield. Globalmente este estudio no apoyó la hipótesis de un exceso de tumores hematológicos con relación a la proximidad a las estaciones de transmisión, aunque los resultados para alguna de las antenas fueron significativos. Con relación a los otros tipos de tumores, no se encontró una relación con el cáncer de vejiga ni con el melanoma maligno. Respecto a las leucemias y el cáncer de encéfalo en niños los resultados también fueron negativos.

En Sydney (Australia) se investigó la incidencia y mortalidad por cáncer alrededor de tres transmisores cercanos de televisión<sup>7</sup> en el periodo 1972-1990. Se comparó el área expuesta (tres municipios comprendidos en un círculo de 4 km alrededor de las estaciones) con 6 municipios localizados en un área entre 4 y 15 km. El área expuesta mostró un pequeño exceso casi significativo de incidencia de leucemias en adultos y un mayor aumento de riesgo, estadísticamente significativo, en los niños (RR 1.58). Este exceso de riesgo se observó para los distintos tipos de leucemias infantiles: linfáticas, mieloides y otras. Los autores afirman que el nivel socioeconómico del área expuesta y no expuesta es similar. Sin embargo el área expuesta tiene mayor densidad de tráfico, lo que supone una mayor exposición al benceno, también está más densamente poblada.

Los resultados del estudio de Sydney en niños fueron reanalizados en un nuevo estudio<sup>8</sup>. En este caso el área de

estudio se extiende para incluir 16 áreas administrativas locales y calcular la exposición estimando la fuerza de la señal en función de la potencia de radiación de la fuente, el ángulo de inclinación y la distancia. La fuerza de la señal fue más intensa en Lane Cove ( $1.46\mu\text{W}/\text{cm}^2$ ), el área que presentó la mayor incidencia de leucemias linfáticas agudas. La relación entre fuerza de la señal e incidencia de leucemias mostró un RR de 1.38 casi significativo por cada incremento de  $1\mu\text{W}/\text{cm}^2$  la señal. Los resultados fueron debidos exclusivamente al exceso de leucemias en Lane Cove. Los autores afirman que es muy improbable que dicho exceso de incidencia se deba a la exposición a campos de radiofrecuencia, ya que las otras dos áreas con alta exposición no mostraron un aumento de incidencia.

En San Francisco se investigó la incidencia de leucemias, cáncer linfático y cáncer de encéfalo en población menor de 21 años entre los años 1973 y 1988<sup>9</sup>. La exposición considerada fue la distancia de cada caso a la única torre de radio / televisión (Sutro Tower). El estudio no proporciona información sobre los niveles de emisión. Los resultados fueron negativos. El riesgo relativo para las leucemias en aquellos que residían a menos de 3.5 km fue de 0.73.

En respuesta a la preocupación ciudadana, el Departamento de Salud Pública y Medioambiente de Colorado investigó un *cluster* de tumores de sistema nervioso central entre los años 1979-1984 por una parte y 1985-1997 por otra. El estudio no fue publicado, pero se puede acceder a él a través de internet<sup>10</sup>. Utilizaron distritos censales y calcularon el número de casos esperados según la edad, sexo, periodo y nivel socioeconómico. Dividieron el área de estudio en 7 bloques, de los cuales el 2, el 3 y parte del 1 estaban cerca a la zona de antenas de Lookout Mountain. Se encontró un exceso de cáncer de encéfalo en hombres en el bloque 3 (4 casos observados frente a 0.9 esperados). En mujeres el exceso se concentró en el bloque 2 y fue debido únicamente a 3 tumores benignos, ya que no se observó ningún tumor maligno de encéfalo en ese bloque. Se entrevistó a los casos de los bloques 2 y 3 para recoger información sobre el tiempo de residencia en el área y la proximidad a las antenas. Las 3 mujeres con tumores benignos del bloque 2 veían las antenas desde su casa, llevaban más de 5 años viviendo en el área y no habían desempeñado ninguna ocupación considerada de riesgo. Cuatro de los 5 casos varones con cáncer de encéfalo del bloque 3 fueron entrevistados. Todos ellos habían desempeñado ocupaciones asociadas con el cáncer de encéfalo en la literatura y todos ellos veían las antenas desde sus casas.

Finalmente, también motivado por la presión ciudadana, se investigó la mortalidad por leucemias en niños y adultos y la incidencia de leucemia en niños alrededor de la estación de radio vaticana en Roma<sup>11</sup>. El estudio considera círculos concéntricos en torno a la estación con un radio máximo de 10 km. El periodo de estudio fue de 1987 a 1998 para la mortalidad por leucemias en adultos y se extendió también a 1999 para la incidencia de leucemias en niños (8 casos). Los principales resultados ocurrieron precisamente en niños, el riesgo relativo en el círculo de los 6 km fue de 2.17, casi significativo, y se encontró una relación inversa entre el riesgo y la distancia estadísticamente significativa utilizando distintos tests. Respecto a la mortalidad por leucemias en adultos, la relación con la distancia fue estadísticamente significativa en hombres, pero no en mujeres. Este estudio motivó la creación de

un comité de expertos para analizar de forma crítica el estado del conocimiento actual y los resultados concretos del *cluster* de radio vaticana<sup>12</sup>. El informe del grupo de expertos, tras plantear una revisión del estado del conocimiento actual, reanaliza los resultados del estudio considerando que el cálculo de la localización geográfica de las estaciones era inexacto. El nuevo análisis utiliza un único test de distancia (test de Stone) y recoloca únicamente los casos observados, pero no recalcula los esperados teniendo en cuenta la nueva referencia geográfica. En este nuevo análisis no se observa ningún caso de leucemia infantil a menos de 2 km de la estación y la relación entre la relación entre el riesgo y la distancia deja de ser estadísticamente significativa tanto en niños como en varones adultos.

Recientemente se diagnosticaron 3 casos de leucemias linfáticas y uno de linfoma de Hodgkin entre los alumnos del colegio García Quintana, de Valladolid, lo que motivó la creación de dos grupos de expertos para investigar su posible relación con la instalación de numerosas antenas radioeléctricas en la azotea de un edificio situado enfrente del colegio. Tanto las mediciones realizadas sobre el terreno como el estudio de simulación de la magnitud de la dosis recibida en distintos puntos del colegio arrojan niveles de exposición muy bajos. El pequeño número de casos y el desmantelamiento de las antenas hacen inviable el estudio más detallado de la posible asociación entre la exposición y la incidencia de tumores hematológicos. A la luz de la información disponible, los resultados no apoyan la hipótesis de una relación causal<sup>13</sup>.

### Consideraciones finales sobre los estudios presentados.

Como se señaló anteriormente, la mayor parte de los estudios presentados se generaron a partir de la observación de un exceso de casos cuya relación con la proximidad a las antenas fue evaluada *a posteriori*. La gran mayoría son estudios ecológicos, con una medida de exposición bastante pobre e indirecta: la distancia. La inestabilidad de los resultados es puesta claramente de manifiesto por el reanálisis del comité de expertos del estudio de radio Vaticano, en el que un ligero desplazamiento del foco de emisión supone la pérdida de significación estadística de los resultados. Otros tipos de errores, ligados por ejemplo al cálculo de la población a riesgo en cada zona de estudio, podrían interferir y alterar igualmente los resultados. En nuestro país, por ejemplo, la información sobre la población a riesgo a partir de los censos de población puede estar infraestimada, mientras que tradicionalmente los padrones tienden a sobreestimarla. Este tipo de estudios no tienen en cuenta posibles factores de confusión diferentes a la edad, sexo y clase social. Sin embargo, para las leucemias infantiles, que es el resultado que con más frecuencia aparece resaltado en los estudios presentados, los factores de confusión son desconocidos. Finalmente, el periodo de inducción es desconocido. Tradicionalmente se consideran periodos mínimos de 10 años para tumores sólidos y de 2 años para las leucemias, aunque en el caso de los tumores infantiles el periodo más crítico sería la gestación. Ninguno de los estudios presentados propone un reanálisis en función de la localización de los casos durante el periodo gestacional.

En general, desde el punto de vista epidemiológico, los resultados de estos estudios no son fácilmente interpretables en términos de causa-efecto<sup>14</sup>. El hallazgo más

consistente sería el exceso de leucemias infantiles, aunque dicho exceso no ha sido evidente en todos ellos. Desde el punto de vista de la crítica causal un elemento clave para la discusión sería la existencia o no de un mecanismo de actuación que explicase en términos biológicos este posible aumento de riesgo. Por el momento, los estudios experimentales no han podido identificar este mecanismo. Teniendo en cuenta el espectro de radiaciones electromagnéticas, las leucemias infantiles están claramente relacionadas con las radiaciones ionizantes, capaces de romper la molécula de ADN. En el otro extremo se sitúan los campos de muy baja frecuencia, clasificados recientemente como posibles cancerígenos (categoría 2B), teniendo en cuenta precisamente la asociación positiva con las leucemias infantiles<sup>15</sup>. En este caso, tampoco se conoce el posible mecanismo biológico. Los resultados positivos en ambos extremos suponen un apoyo al criterio de analogía, ya que los campos de radiofrecuencias se sitúan entre estos dos extremos, más cerca de los campos de muy baja frecuencia. Es importante por ello aclarar el significado de esta posible asociación a partir de estudios con un mejor diseño epidemiológico, teniendo en cuenta además que la aparición de *clusters* de leucemias infantiles ha sido un hallazgo repetido en la literatura<sup>2</sup>. En este sentido, los estudios sobre utilización de teléfonos móviles arrojarán mayor información, ya que la dosis de exposición es mayor y es más fácil individualizar y caracterizar la exposición.

### BIBLIOGRAFÍA:

- 1.-Hill AB. The Environment and Disease: Association or Causation? *Proc R Soc Med* 1965; 58: 295-300.
- 2.-Elliot P, Wakefield JC, Best NG, Briggs DJ (ed). *Spatial Epidemiology: Methods and Applications*. Oxford University Press. Oxford, 2000.
- 3.-Maskarinec G, Cooper J, Swygert L. investigation of increased incidence in childhood leukaemia near radio towers in Hawaii: preliminary observations. *J Environ Pathol Toxicol Oncol* 1994; 13: 33-37.
- 4.-Davis RL, Mostofi KFK. Cluster of testicular cancer in police officers exposed to hand-held radar. *Am J Ind Med* 1993; 24: 231-233.
- 5.-Dolk H, Shaddick G, Walls P, Grundy C, Thakrar B, Kleinschmidt L, Elliot P. Cancer incidence near radio and television transmitters in Great Britain. 1: Sutton Coldfield transmitter. *Am J Epidemiol* 1997; 145: 1-9.
- 6.-Dolk H, Elliot P, Shaddick G, Walls P, Thakrar B. Cancer incidence near radio and television transmitters in Great Britain. 2: All high power transmitters. *Am J Epidemiol* 1997; 145: 10-17.
- 7.-Hocking B, Gordon IR, Grain HL, Hatfield GE: Cancer incidence and mortality and proximity to TV towers. *Med J Aust* 1996; 165: 601-605.
- 8.-McKenzie DR, Yin Y, Morrell S. Childhood incidence of acute lymphoblastic leukaemia and exposure to broadcast radiation in Sydney – a second look. *Aust NZ J Public Health* 1998; 22: 360-367.
- 9.-Selvin S, Schulman J, Merrill DW. Distance and risk measures for the analysis of spatial data: a study of childhood cancers. *Soc Sci Med* 1992; 34: 769-777.
- 10.-Colorado Department of Public Health and Environment. The incidence of brain and central nervous system tumors in residents in the vicinity of the lookout mountain antenna farm in Golden, Colorado. Febrero, 1999. <http://www.c-a-t-e.org/health/CancerReport.htm>.

- 11.–Michelozzi P, Kirchmayer U, Capon A, Forastiere F, Biggeri A, Barca A, Ancona C, Fusco D, Sperati A, Papini P, Perangelini A, Rondelli R, Perucci CA. Mortalità per leucemia e incidencia di leucemia infantile in prossimità della stazione di Radio Vaticana di Roma. *Epidemiol Prev* 2001; 25: 249-255.
- 12.–Greco D, Boyle P, Masera G, Mertelsmann. Esposizione a campi a radiofrecuencia e leucemia infantile: stato attuale delle conoscenze scientifiche in rapporto alle problematiche dell'area di Cesano. *Istituto Superiore di Sanità*. Rapporti ISTI-SAN 01/25, 2001. <http://www.iss.it/scientifica/pubblica/rapporti/rapp01-25.htm>.
- 13.–Rodríguez-Artalejo F, Castro J, Cruz JJ, Gutiérrez J, Martínez M, Peris R, Pollán M, Ruiz C, Sánchez I, San Miguel J. Informe Final de la Comisión de Investigación de la Agregación de Tumores Infantiles en Alumnos del Colegio Público García Quintana de Valladolid. Valladolid, 2002. <http://www.jcyl.es/jcyl/csbs/dgsp/nuevoinfcgq/>.
- 14.–Elwood JM. A Critical Review of Epidemiologic Studies of Radiofrequency Exposure and Human Cancers. *Environ Health Perspect* 1999; 107 (Suppl 1): 155-168.
- 15.–International Agency for Research on Cancer. Non-ionizing Radiation. Part I: Static and Extremely Low Frequency Electric and Magnetic Fields. *IARC Monographs*, Vol 80. Lyon, 2002.

SOCIEDAD ESPAÑOLA



DE SANIDAD AMBIENTAL

### SESA: UN FORO DE INVESTIGACIÓN Y DEBATE

La Sociedad Española de Sanidad Ambiental se constituyó con el objetivo prioritario de servir de foro para agrupar a las personas físicas o jurídicas, cuyas actividades profesionales o científicas se desenvuelven en el campo de la Sanidad Ambiental. Su finalidad es favorecer el intercambio de conocimientos en los campos de la investigación, gestión, formación de personal o cualquier otro que contribuya al desarrollo y difusión de la Sanidad Ambiental.

Con independencia, objetividad y profesionalidad, la SESA quiere comprometerse con la sociedad española a dar una respuesta científica a los rápidos cambios que se producen en el campo de la Salud y Medio Ambiente, tan necesitado de foros de exposición, intercambio y comunicación, centrándose en el estudio e identificación de los factores de riesgo ambientales y los efectos sobre la salud, aportando soluciones realistas y efectivas.

#### ¿QUÉ ACTIVIDADES DESARROLLA LA SESA?

- Grupos de trabajo
- Jornadas científicas
  - Seminarios
  - Mesas redondas
- Revista de Salud Ambiental
- Información y estudios de Sanidad Ambiental

#### ¿CÓMO PUEDES ASOCIARTE?

Dirigirse a la secretaría administrativa de SESA: TILESAS OPC, S. L.  
C/ Londres, 17. 28028 MADRID  
Tel.: 913 612 600 - Fax: 913 559 208 - E-mail: [sesa@tilesa.es](mailto:sesa@tilesa.es)

# CALIDAD DE AGUA DE BAÑO Y MEJORA DE INFRAESTRUCTURAS

J. Sanz,<sup>1</sup> J. J. Cervantes<sup>2</sup>, C. Gutiérrez<sup>1</sup>, M. J. Herrera<sup>1</sup>, F. Córdoba<sup>1</sup>, F. Sintas<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Servicio de Sanidad Ambiental. <sup>2</sup>Servicio Área de Salud Cartagena. Dirección General de Salud Pública. Consejería de Sanidad y Consumo. Región de Murcia. **Correo electrónico: Jose.Sanz@carm.es**

**Objetivos:** Evaluar si la mejora de infraestructuras civiles tiene efecto sobre la calidad del agua de baño en seis playas marinas de la Región de Murcia, afectadas por emisarios submarinos.

**Material y métodos:** Tipo de estudio: retrospectivo. Intervención: sustitución de los emisarios submarinos por una depuradora de aguas residuales y sus correspondientes aliviaderos en el verano de 1997. Periodos de estudio: A) Previo a la adopción de medidas: 1994-96. B) Posterior a las mismas: 1998-2002. Grupos de estudio: A) 6 playas afectadas por emisarios submarinos B) 3 playas adyacentes no afectadas, como grupo control. Fuente de los datos: Resultados analíticos de las tomas de muestras de aguas de baño (Dirección de Área de Salud de Cartagena). Datos: 13 muestras anuales (quincenales entre los meses de marzo y septiembre), de agua de baño, analizando co-

liformes totales (CT), coliformes fecales (CF) y estreptococos fecales (EF), parámetros microbiológicos establecidos en el Real Decreto 734/1988.

**Resultados:** En las playas centrales, más directamente afectadas, se observa una disminución generalizada en los tres parámetros estudiados, que se sitúan al mismo nivel que los controles, que no varían sustancialmente.

En las playas afectadas, el porcentaje de CT mayor de 500 ufc/100 ml -valor guía del R.D. 734/1988-, ha sido en el primer periodo del 6,84% y del 1,03% en el segundo. El porcentaje de CF que han superado el valor guía -100 ufc/100 ml- han sido del 13,25% y del 1,03% respectivamente. El valor guía de EF -100 ufc/100 ml-, ha sido superado en el 21,37% de las muestras tomadas durante el periodo 1994-1996, y en el 4,10% durante el periodo 1998-2002.

**Tabla 1.- Medias por periodos para cada parámetro.**

	COLIFORMES TOTALES			COLIFORMES FECALES			ESTREPTOCOCOS FECALES		
	1994-96	1998-2002	% (*)	1994-96	1998-2002	% (*)	1994-96	1998-2002	% (*)
<b>PLAYAS AFECTADAS</b>									
GALUA	505,5	33,4	93,4	240,4	8,2	96,6	318,7	4,8	98,5
MARCHAMALO	77,6	17,1	78,0	53,8	2,8	94,7	59,6	6,2	89,6
LAS SIRENAS	103,1	16,5	84,0	69,1	2,6	96,2	125,3	19,8	84,2
ENTREMARES	346,7	11,4	96,7	184,9	3,1	98,3	387,6	26,5	93,2
LAS AMOLADERAS	37,8	10,3	72,7	12,4	1,8	85,2	30,1	16,6	44,8
LEVANTE-CABO PALOS	16,0	38,5	-140,5	4,7	8,2	-71,9	16,3	35,6	-118,7
<b>PLAYAS CONTROL</b>									
PEDRUCHO NORTE	7,4	5,8	22,4	2,4	0,9	62,1	31,4	28,1	10,6
PEDRUCHO SUR	16,0	11,2	29,9	6,8	5,3	21,9	15,1	9,8	34,9
CALA FLORES	4,2	13,8	-225,5	1,7	8,5	-412,3	35,1	14,3	59,3

%(\*) Porcentaje de disminución

**Conclusiones:** La mejora de las infraestructuras civiles de carácter sanitario, como puede ser la eliminación de emisarios submarinos y la instalación y puesta en marcha de depuradoras de aguas residuales que eviten esos ver-

tidos al mar, supone una clara mejoría de la calidad de las aguas de baño.

**Palabras clave:** emisario submarino, calidad de agua, baño, depuradora.

# EVOLUCIÓN TEMPORAL DE LA CONTAMINACIÓN POR PLOMO Y CADMIO EN LA ZONA INTERMAREAL DE LA RÍA DE VIGO

## TEMPORAL TRENDING OF LEAD AND CADMIUM CONTAMINATION IN THE VIGO ESTUARY INTERTIDAL AREA

M. Pérez López<sup>1</sup>, M. Méndez García<sup>2</sup>, J. Alonso Díaz<sup>2</sup> y M.J. Melgar Riol<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Área de Toxicología. Facultad de Veterinaria, Universidad de Extremadura. <sup>2</sup>Área de Toxicología. Facultad de Veterinaria, Universidade de Santiago de Compostela.

### RESUMEN

En el presente trabajo se han recogido muestras de lapa (*Patella vulgata* L.) y alga verde (*Ulva lactuca*) en un mismo punto de muestreo de la ría de Vigo, con una periodicidad mensual, a lo largo de un año, analizándose por medio de voltamperometría de redisolución anódica la concentración en dos metales pesados con claras repercusiones toxicológicas, cadmio y plomo, en estas muestras, así como en el agua marina. Los resultados obtenidos mostraron la mayor concentración de ambos metales en los tejidos blandos de las lapas frente a las valvas de estos moluscos, con valores máximos en el caso del plomo próximos a 3 ppm (valva de lapa), mientras que para el cadmio se situó en torno a 1,1 ppm (alga verde). El estudio estadístico permitió poner en evidencia una clara correlación estadística entre los valores de cadmio y plomo cuantificados en las muestras de algas.

**PALABRAS CLAVE:** lapa, alga verde, metal pesado, agua marina, Ría de Vigo

### INTRODUCCIÓN

Los metales pesados constituyen uno de los grupos de xenobióticos que afectan más negativamente a las zonas costeras, hábitat de la mitad de los recursos pesqueros del Planeta, constituyendo por tanto un serio riesgo para la salud de todos los organismos vivos<sup>1</sup>. En concreto, el ecosistema formado por la Ría de Vigo (Galicia, NO España) posee una elevada importancia como generador de productos relacionados con la pesca y el marisqueo, pero debido a sus peculiares características físicas (la red fluvial de descarga es pequeña), y sobre todo a la intensísima carga generada por la abundante y creciente población humana, es susceptible de presentar un alto grado de contaminación<sup>2</sup>.

En este campo de la contaminación ambiental, el empleo de distintas especies de organismos vivos como bioindicadores, o la identificación de biomarcadores específicos que puedan servir en estudios de Ecotoxicología se presenta como una herramienta de primer orden

### ABSTRACT

At the present work, limpet (*Patella vulgata* L.) and seaweed (*Ulva lactuca*) specimens have been monthly sampled at the same point from the Vigo estuary, during a year. Heavy metal (cadmium and lead) content has been determined by means of differential pulse anodic stripping voltammetry in both limpet and seaweed tissues, as well as in seawater. The obtained results have shown the main heavy metal content in limpet soft tissues with respect to shell, with maximum concentrations of 3 ppm (limpet shell) for lead, whereas the highest content for cadmium was identified in seaweed samples (1.1 ppm). The statistical study revealed the existence of a clear correlation between cadmium and lead concentrations in seaweed samples.

**KEYWORDS:** limpet, seaweed, heavy metal, seawater, Vigo estuary.

de cara a evaluar los efectos cuali y cuantitativos provocados por los más diversos agentes contaminantes<sup>3</sup>. Dentro de las especies consideradas más adecuadas como bioindicadoras en los ecosistemas marinos, son numerosos los estudios centrados en moluscos y en algas verdes o pardas<sup>4,7</sup>, asociado a que estos seres parecen poseer ciertos mecanismos específicos de bioacumulación, observado tanto con los metales pesados como con otros compuestos químicos (PCBs, hidrocarburos,...)<sup>8</sup>.

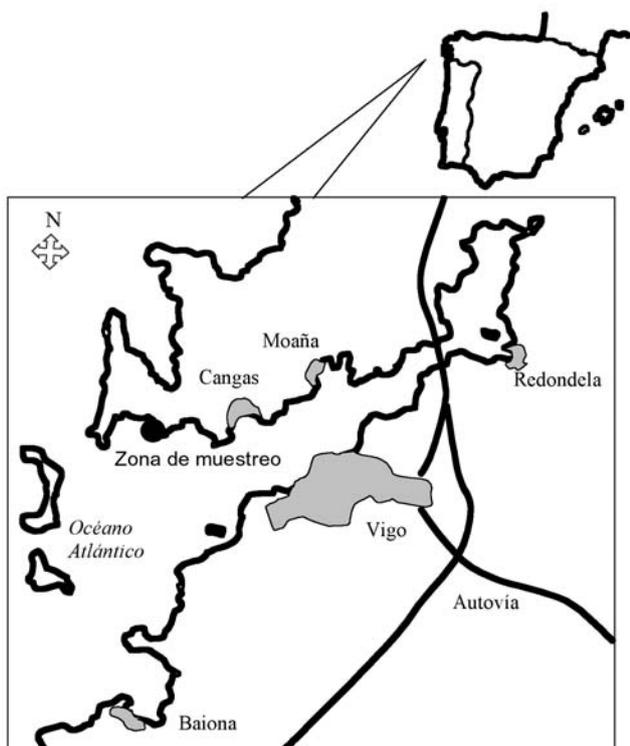
El desarrollo de estudios de Ecotoxicología en un ecosistema tan importante económica y ecológicamente como la Ría de Vigo posee una enorme repercusión, aún más desde la reciente tragedia que han sufrido las costas del Norte de la Península Ibérica con el hundimiento del petrolero "Prestige". Por ello, el objetivo del presente estudio ha sido determinar la evolución anual de los niveles de dos metales pesados (cadmio y plomo) en alga verde y en distintos tejidos de lapa, así como en agua marina muestreados en esta zona geográfica.

**Correspondencia:** Marcos Pérez López. Área de Toxicología. Facultad de Veterinaria. Av. de la Universidad, s/n. 10071 Cáceres. E-mail: marcosp@unex.es

## MATERIAL Y MÉTODOS

Para realizar el presente estudio se recogieron por quintuplicado muestras de lapas (*Patella vulgata* L.) y de algas verdes (*Ulva lactuca*) en la zona intermareal de la Ría de Vigo a lo largo de un año, con una periodicidad mensual, desde abril de 2001 a marzo de 2002. Simultáneamente en botellas de polietileno de 250 ml se tomaron muestras de agua a 15-25 cm de la superficie. En total, se recogieron 60 muestras de lapas, 60 de algas, y 12 de agua marina. En la Figura 1 queda reflejada la zona geográfica de recogida.

**Figura 1. Situación geográfica de la zona de muestreo en la Ría de Vigo.**



Todas las muestras se transportaron al laboratorio a 4 °C, y los moluscos se mantuvieron vivos durante 48 horas en agua del estuario, para que purgaran sus sistemas digestivos, y así medir sólo los niveles de metales depositados biológicamente<sup>9</sup>. En el caso concreto de las lapas, los animales se dividieron en tejidos blandos y valva. Tras homogeneizado y secado a 105 °C durante 6 horas, una alícuota de 2 g de peso seco fue transformada en cenizas en horno a 425 °C (15-40 horas). Las cenizas fueron transferidas a matraces de 25 ml enrasando con HCl 0,1 N.

La determinación tuvo lugar por medio de voltamperometría de redisolución anódica, empleando soluciones patrón de 1000 mg/l y tampón acetato, con CH<sub>3</sub>COOH 2 mol/l y NH<sub>3</sub> 1 mol/l, pH 4,6 (Suprapur Grade Merck). El rango de voltaje osciló de -850 mV a -250 mV, con un flujo de 20 mV/s y una amplitud de pulso de 50 mV. El límite de determinación fue de 0,1 mg/l (0,1 ppb). La precisión y reproducibilidad del método se obtuvo analizando 12 replicados de una muestra, y calculando el coeficiente de variación, que resultó de 3,20 %. El líquen *Evernia prunastri* (L.) Ach. (IAEA-336) fue empleado como material de referencia y la cuantificación tuvo lugar mediante adiciones

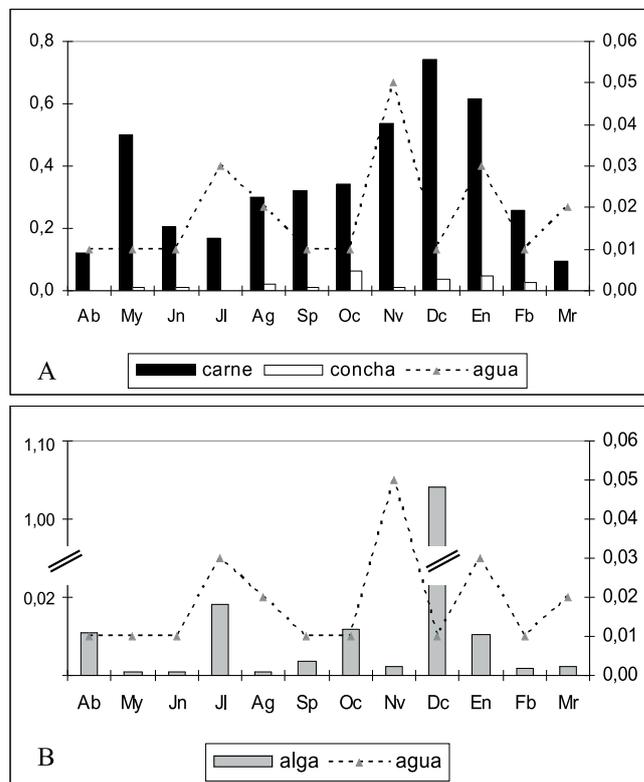
estándar (dos adiciones por medida) de disoluciones patrones conocidas.

Empleando el programa informático SPSS 11.0 se ha realizado el estudio de las correlaciones bivariadas, en que se determinó el coeficiente de correlación de Pearson para comprobar si el grado de asociación lineal de cada variable de binomios dependientes resultaba estadísticamente significativo. Asimismo, se aplicó el estadístico de Levene para realizar un estudio de la estacionalidad.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

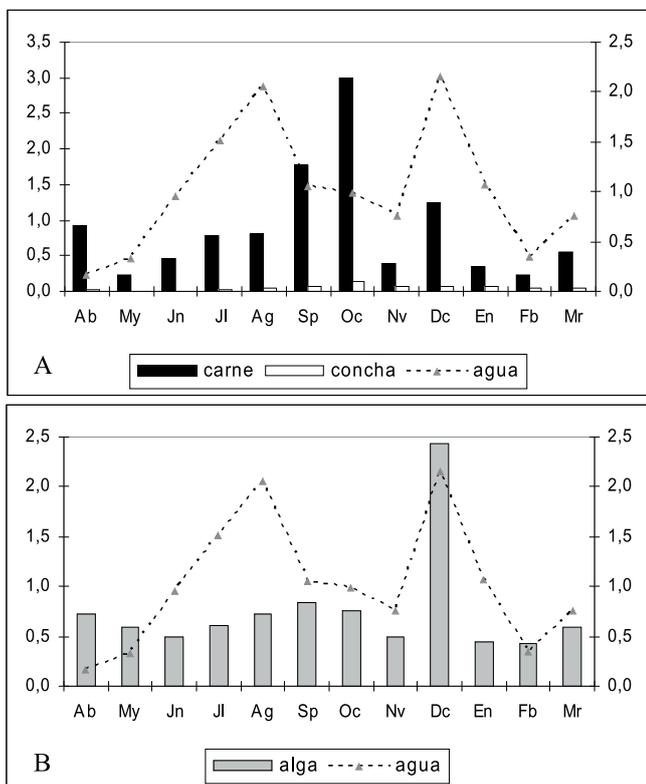
En la Figura 2 se presentan los resultados correspondientes a la determinación de cadmio en los dos tejidos aislados de lapa, así como en el alga verde y agua marina, expresados en µg/g (ppm) en peso seco. Tanto para las muestras correspondientes a carne de lapa como para las algas verdes, el valor más elevado de concentración se obtuvo en el mes de diciembre. También resalta la baja concentración de cadmio cuantificada en la concha de lapas, con valores máximos que no superaron en ningún mes las 0,07 ppm, e incluso por debajo del límite de detección durante 3 meses del estudio. Coincidente con estos resultados, hay que destacar los valores obtenidos para el análisis de agua marina, en el que es posible observar un pico de concentración en el mes de noviembre, pero situándose siempre los valores por debajo de las 0,06 ppm.

**Figura 2. Evolución temporal de los niveles de cadmio en las diversas muestras de agua, así como de lapas (A) y algas (B) muestreadas en el presente estudio.**



De manera similar, se presentan en la Figura 3 los resultados correspondientes a la determinación de plomo tanto en agua marina como en los dos tejidos aislados de lapa y en alga verde, expresados en ppm (peso seco).

**Figura 3. Evolución temporal de los niveles de plomo en las diversas muestras de agua, así como de lapas (A) y algas (B) muestreadas en el presente estudio.**



En lapas el valor máximo para este metal se obtuvo en la muestra de carne del mes de octubre. Si bien en general las concentraciones de plomo en las valvas fueron bajas durante toda la experiencia (inferiores a 0,1 ppm), destaca también el pico de concentración alcanzado en octubre, lo que indicaría un patrón de acumulación similar entre ambas porciones aisladas en lapa. Conviene señalar que esta distribución parece repetirse ligeramente en el caso de las muestras de algas. Salvedad hecha de la muestra de algas verdes recogida en el mes de diciembre (nivel máximo de concentración próximo a 2,5 ppm), en el resto del periodo de estudio hay una pequeña oscilación, destacando levemente la elevación de las concentraciones alrededor del inicio del otoño (mes de septiembre y octubre), similar a lo observado en lapas.

Por otra parte, el estudio estadístico de correlaciones bivariadas (Tabla 1) permitió establecer que tan sólo existe una correlación moderada entre el plomo y el cadmio cuantificados en las muestras de algas, con un valor de significación de 0,975, no existiendo este índice de correlación cuando el ensayo se realizó en los otros pares de variables definidos tanto en lapas como en agua marina.

**TABLA 1. Correlaciones bivariadas para las variables definidas en lapas (A), algas (B) y agua marina (C).**

A		Cd-lapa	Pb-lapa
Cd-lapa	Correlación de Pearson	1	
	Sig. (bilateral)	.	
	N	12	
Pb-lapa	Correlación de Pearson	-0,093	1
	Sig. (bilateral)	0,774	.
	N	12	12

B		Cd-alga	Pb-alga
Cd-alga	Correlación de Pearson	1	
	Sig. (bilateral)	.	
	N	12	
Pb-alga	Correlación de Pearson	0,975*	1
	Sig. (bilateral)		.
	N	12	12

\*: La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

C		Cd-agua	Pb-agua
Cd-agua	Correlación de Pearson	1	
	Sig. (bilateral)	.	
	N	12	
Pb-agua	Correlación de Pearson	0,098	1
	Sig. (bilateral)	0,762	.
	N	12	12

Los niveles de metales pesados cuantificados en algas son inferiores a los obtenidos en distintos estudios desarrollados en zonas costeras próximas, como por ejemplo la costa de Oporto (Portugal), en este caso trabajando con el género de alga *Enteromorpha*, siendo similares a los obtenidos en el género *Porphyra*<sup>10</sup>. Otros estudios desarrollados con la misma especie empleada en el presente trabajo, *Ulva lactuca*, y llevados a cabo tanto en la laguna de Venecia<sup>5</sup> como en el río St. Lawrence (USA)<sup>11</sup> obtuvieron unos niveles medios de ambos metales (0,6- 1,0 ppm para el cadmio, 0,5-0,8 ppm para el plomo) superiores a los cuantificados en el presente trabajo, indicando niveles de contaminación ambiental más importantes.

Conviene tener en consideración que diversos autores han señalado que las fluctuaciones estacionales o mensuales en los niveles de metales pesados en muestras procedentes de algas se observan frecuentemente, y suelen estar relacionadas con las variaciones estacionales en el crecimiento del vegetal<sup>4</sup>. Por ejemplo, en *Ulva lactuca* se ha podido observar que los niveles de zinc y cobre alcanzan un mínimo durante los meses de verano austral (noviembre, diciembre y enero), lo que coincidiría con los meses de invierno del hemisferio norte. De acuerdo a estos resultados, se ha podido establecer que las especies del género *Ulva* pueden ser adecuados bioindicadores de metales disueltos en el agua, asociado a su distribución cosmopolita, su morfología sencilla, y su tolerancia a los metales<sup>5,12</sup>.

Por lo que respecta a las lapas, O'Leary y col.<sup>13</sup>, tras medir los niveles de zinc y cobre en ejemplares muestreados en la costa de Irlanda concluyeron la idoneidad de esa especie como bioindicador de la contaminación por

cobre, pero moderadamente para otros elementos (como por ejemplo el zinc), debido a la alta variabilidad individual obtenida. Distintos estudios han mostrado que las mayores concentraciones de metales se suelen cuantificar en tejidos blandos de lapa, comparados con los valores en las valvas<sup>14</sup>. Paek y col.<sup>7</sup> estudiaron la especie de molusco *Littorina brevicula*, observando que los niveles de cadmio en tejidos blandos estaban en relación directa con los niveles circulantes, si bien otros autores han indicado la no idoneidad de esta especie como buena bioindicador de la contaminación por metales por su capacidad para regular los niveles celulares de estos xenobióticos<sup>15</sup>.

Sobre la variación estacional a lo largo del año, Hägerhäll<sup>16</sup> considera que ésta puede deberse tanto a las fluctuaciones en los niveles circundantes de elementos metálicos como a cambios fisiológicos en las vías metabólicas, que afectan a la acumulación de iones activos. Además, la acumulación es distinta en cada especie dependiendo de otros factores tanto abióticos como bióticos<sup>6,17</sup>. En este sentido, conviene señalar que se han podido constatar marcadas variaciones estacionales en organismos que habitan zonas costeras bajo intensa influencia humana frente a otros de zonas menos afectadas<sup>18</sup>. En nuestro estudio no se percibe una estacionalidad, ni en algas ni en lapas, ya que no hay una variación estadísticamente significativa a lo largo del año de muestreo. Todos estos hechos muestran el enorme interés de trabajos como el presente, en que se puedan evaluar las variaciones a lo largo de largos periodos de tiempo, en los niveles de contaminantes ambientales en organismos vivos y en el medio, de cara a validar su empleo en futuros estudios de Ecotoxicología.

## BIBLIOGRAFÍA

- 1.-Gunter AJ, Davis JA, Hardin DD, Gold J, Bell D, Crack J, Scelfo GM, Sericano J, Stephenson M. Long term bioaccumulation monitoring with transplanted bivalves in the San Francisco estuary. *Mar Pollut Bull* 1999; 38(3): 170-181.
- 2.-Belzunce MJ, Bacon JR, Prego R, Wilson MJ. Chemical forms of heavy metals in surface sediments of the San Simón Inlet, Ría de Vigo, Galicia. *J Environ Sci Health A* 1997; 32 (5): 1271-1292.
- 3.-Rainbow PS, Phillips DJH. Cosmopolitan biomonitors of trace metals. *Mar Poll Bull* 1993; 26: 593-601.
- 4.-Brown MT, Hodgkinson WM, Hurd CL. Spatial and temporal variations in the copper and zinc concentrations of two green seaweeds from Otago Harbour, New Zealand. *Mar Environ Res* 1998; 47: 175-184.
- 5.-Favero N, Cattalini F, Berttagia D, Albergoni V. Metal accumulation in a biological indicator (*Ulva rigida*) from the Lagoon of Venice (Italy). *Arch Environ Contam Toxicol* 1996; 31: 9-18.
- 6.-Ostapezuk P, Schladot JD, Emons H, Oxynos K, Schramm KW, Grimmer G, Jacob J. Environmental monitoring and banking of marine pollutants by using common mussels. *Chemosphere* 1997; 34(9/10): 2143-2151.
- 7.-Paek SM, Chung S, Lee IS. Level of heavy metals in the Oasan Bay in Korea and involvement of metal binding protein in the accumulation of cadmium in *Littorina brevicula*. *Korean J Ecol* 1999; 22(2): 95-100.
- 8.-Corbella R, Montelongo F. Levels of polychlorinated biphenyls in *Patella piperata* from the coast of Fuerteventura (Canary Islands, Spain). *Chemosphere* 1999; 38(10): 2303-2313.
- 9.-Phillips DJH. Quantitative aquatic biological indicators. Their use to monitor trace metal and organochlorine pollution. Londres: Applied Science Publishers Ltd; 1980.
- 10.-Leal MCF, Vasconcelos MT, Sousa Pinto I, Cabral JPS. Biomonitoring with benthic macroalgae and direct assay of heavy metals in seawater of the Oporto Coast. *Mar Poll Bull* 1997; 34(12): 1006-1015.
- 11.-Phaneuf D, Côté I, Dumas P, Ferron LA, Leblanc A. Evaluation of the contamination of marine algae (seaweed) from the St Lawrence river and likely to be consumed by humans. *Environ Res A* 1999; 80: 175-182.
- 12.-Ho YB. Metals in *Ulva lactuca* in Hong Kong intertidal waters. *Bull Mar Sci* 1990; 47: 79-85.
- 13.-O'Leary C, Breen J. Metal levels in seven species of molluscs and in seaweeds from the Shannon estuary. *Biol Environ* 1997; 97B: 121-132.
- 14.-Puente X, Villares R, Carral E, Carballeira A. Nacreous shell of *Mytilus galloprovincialis* as a biomonitor of heavy metal pollution in Galiza (NW Spain). *Sci Tot Environ* 1996; 183: 205-211.
- 15.-Langston WJ, Zhou M. Evaluation of the significance of metal-binding proteins in the gastropod, *Littorina littorea*. *Mar Biol* 1986; 92: 505-515.
- 16.-Hägerhäll B. Marine botanical-hydrographical trace element studies in the Öresund area. *Bot Mar* 1973; 16: 53-64.
- 17.-Luten BJ, Bouquet W, Burggraaf MM, Rauchbaer A, Rus J. Trace metals in mussels (*Mytilus edulis*) from the Waddenze coastal north sea and the estuaries of Ems western. *Bull Environ Contam Toxicol* 1986; 36: 770-777.
- 18.-Fowler SW, Oregoni B. Trace metals in mussels from the N.W. Mediterranean. *Mar Pollut Bull* 1976; 7(2): 26-29.

# EL CLIMA DE LAS CIUDADES: ISLA DE CALOR DE SALAMANCA

## *THE URBAN CLIMATE: URBAN HEAT ISLAND OF SALAMANCA*

M<sup>a</sup> Salud Alonso García, M<sup>a</sup> del Rosario Fidalgo Martínez, José Luis Labajo Salazar

Dpto. Física General y de la Atmósfera. Facultad de Ciencias. Universidad de Salamanca

### RESUMEN

En este trabajo se ha determinado la existencia de la isla de calor urbana (ICU), en una ciudad de tamaño medio, con un clima extremado y focos industriales de poca actividad. Con lo que se puede comprobar cómo afecta el calentamiento urbano a ciudades de estas características, pudiendo influir en los seres vivos de la zona. La existencia del fenómeno isla de calor, y su evolución en el tiempo, se han observado comparando los datos de temperatura registrados en una estación meteorológica situada en la ciudad, con los de otra estación fuera del radio de acción de la urbe, durante el período 1996-1998. Se han detectado dos fenómenos: la isla de calor nocturna, cuando la diferencia térmica entre la ciudad y la zona rural es positiva, que presenta sus valores más altos en otoño, y la isla de calor diurna, cuando la diferencia es negativa, que presenta sus valores más altos en primavera. Realizando un estudio estadístico de la evolución anual de la isla de calor nocturna en Salamanca, podemos definir isla de calor débil si su intensidad es inferior a 2 °C, moderada si se encuentra entre 2 °C y 4 °C e intensa si supera los 4 °C.

**PALABRAS CLAVE:** Isla de calor urbana, clima urbano, inversión de la isla de calor, morfología urbana, contaminación urbana, Salamanca.

### 1. INTRODUCCIÓN

Hoy en día existe una gran preocupación por los efectos que tienen en la salud humana las alteraciones provocadas por el hombre en el medio ambiente. Ya es habitual el procurar salir de las grandes ciudades para poder respirar "aire puro", y es que la acción humana ha generado microclimas artificiales. Estas perturbaciones microclimáticas dan lugar a diferenciaciones claras entre el clima de las distintas ciudades, su área de acción, y el clima rural. Una de las principales diferencias es el aumento de la temperatura en las ciudades, producido por el proceso de urbanización. A este fenómeno se le denomina Isla de Calor Urbana, ICU<sup>1</sup>.

### ABSTRACT

We have determined the existence of the urban heat island (UHI) in a medium-sized city, with an extreme climate and few important foci of industrial pollution. It was seen that urban warming can arise in cities of these characteristics, being able to influence in the alive beings of the zone. By comparing the temperature series in an urban area and those from a nearby rural area, we studied the temporal evolution of the intensity of the UHI for the three-year period between 1996 and 1998. We detected two phenomenons: nocturnal heat island, when the difference of temperature between city and rural zone is positive, and diurnal heat island, when is negative. The most intense nocturnal heat island was seen in autumn, and the most intense diurnal heat island was seen in spring. Statistical study of the annual series corresponding to the night-time heat island permits a definition for Salamanca: a weak island, such as the one showing an intensity lower than 2.0 °C, a moderate island, if the intensity lies between 2.0 °C and 4.0 °C, and an intense island when a value greater than 4.0 °C is passed.

**KEY WORDS:** Urban heat island, urban microclimate, UHI sink, urban morphology, urban pollution, Salamanca.

La variación térmica en las ciudades no es la única consecuencia de esta alteración microclimática provocada por el hombre. También se han modificado otros factores meteorológicos como el viento, debido a la presencia de edificios que modifican tanto su módulo como su dirección, o la humedad, debido al uso de materiales de construcción impermeables. Pero sin duda hay que destacar la contaminación atmosférica, y en concreto la contaminación química, que dan a las ciudades una "atmósfera propia".

El conocimiento del clima urbano comienza a cobrar importancia cuando se demuestra que existe una clara relación entre los factores atmosféricos y la mortalidad<sup>2</sup>. Kalstein<sup>3</sup>, en 1989, demostró que, en promedio diario, en

EE.UU se producen más muertes en los meses invernales que en la época cálida, pero que la relación entre mortalidad y meteorología es más pronunciada en los meses estivales, por lo que una intensidad fuerte en la isla de calor puede disparar las estadísticas. El mismo Kalstein<sup>4</sup>, en 1993, demostró que la relación entre la situación meteorológica y la mortalidad no es lineal, sino que existen umbrales térmicos a partir de los cuales el número de muertes se dispara. Alderson<sup>5</sup>, en 1985, con un estudio realizado en el Reino Unido, encontró una relación entre la temperatura y la mortalidad que indicaba que la variación en el número de muertes semanales está relacionada con la temperatura en un 80%. Este estudio indicaba que una variación en 1 °C en la temperatura media invernal intervenía como factor relevante en 8000 muertes en ese invierno.

Por otro lado, se han encontrado evidencias que relacionan la contaminación atmosférica y la mortalidad, especialmente por problemas respiratorios, pero el nivel de significación para este factor es menor que el de una situación sinóptica agresiva<sup>6,7</sup>.

Por estas razones el estudio del clima de una ciudad puede ser de utilidad a la hora de mejorar la calidad de vida de sus habitantes. Realizando un estudio del campo térmico superficial de la zona urbana se podría mejorar la morfología de la ciudad, introduciendo los materiales de construcción adecuados, y haciendo un uso correcto de las zonas verdes. Con ello se podrían lograr temperaturas más suaves, que ayudarían a mantener los niveles térmicos fuera de sus límites de riesgo para la salud. Por otro lado, podría ayudar a detectar focos de contaminación térmica, y con ello, entre otras cosas, a eliminar puntos de tráfico denso habitual, o a localizar zonas de emisión de contaminación perjudiciales.

A la hora de hacer un estudio climático de una ciudad los factores principales a tener en cuenta son: La morfología de la ciudad, las variables meteorológicas y la contaminación atmosférica.

En cuanto a la morfología de la ciudad, hay que tener en cuenta dos factores fundamentales: La distribución de los usos del suelo y la población<sup>8</sup>. La alta densidad de edificación, la mala distribución y la escasez de zonas verdes, o el exceso de asfalto, hacen aumentar la intensidad del fenómeno. Los edificios urbanos están contruidos con materiales que absorben la radiación solar de onda corta, y emiten energía en forma de radiación terrestre, de onda larga, a la cual la atmósfera es impermeable. Esto lleva a un aumento en la temperatura de las capas atmosféricas más bajas, efecto que puede ser contrarrestado con un mayor uso de vegetación en la zona urbana, ya que los espacios verdes hacen disminuir la intensidad de la islas de calor, no enfriando el aire pero sí haciendo que se caliente menos<sup>9</sup>. La vegetación, por un lado, reduce la temperatura del aire como consecuencia directa de la sombra provocada por los árboles, al igual que ocurre con los edificios, y por otro, la evapotranspiración transforma la radiación solar directa, en calor latente.

Por su parte, cuanto mayor sea el número de habitantes de una ciudad, mayor será la intensidad de su isla de calor. Según Oke<sup>10</sup>, la diferencia térmica entre la temperatura del interior de una ciudad y la temperatura de una zona rural próxima,  $T_{ur}$ , está relacionada con la población de dicha ciudad (P) de forma logarítmica,

$$T_{ur} = 3,06 \text{ Log } P - 6,79.$$

Las condiciones meteorológicas son fundamentales en la intensidad que puede adquirir la isla de calor. La variable meteorológica más influyente es el viento, de manera que existe una velocidad del viento para la cual el fenómeno desaparece<sup>10</sup>. Esa velocidad crítica está relacionada con la población de la ciudad por medio de la expresión,  $V_{critica} = 3,4 \text{ Log } P - 11,6$ . Las situaciones meteorológicas estables, con poco viento, sin precipitación y cielos despejados producen un aumento en la intensidad de la isla de calor. Sin embargo, con situaciones meteorológicas adversas la isla puede llegar a desaparecer<sup>8</sup>.

La isla de calor ha sido descrita por numerosos autores como un "efecto invernadero local"<sup>1</sup>. La actividad industrial, los vehículos, las calefacciones y otras actividades humanas convierten las zonas urbanas en productoras de calor.

Con este trabajo se pretende dar a conocer el efecto que puede tener en el clima una zona urbana de tipo medio, en lo que a territorio y población se refiere, observando su evolución temporal y estableciendo un orden de magnitud para su intensidad.

## 2. METODOLOGÍA Y DATOS

El fenómeno que se trata en este trabajo es el calentamiento urbano, que está cuantificado por una variable denominada intensidad de la isla de calor, definida como la diferencia de temperatura entre el medio urbano ( $T_u$ ) y el medio rural ( $T_r$ ),

$$I = \Delta T_{ur} = T_u - T_r \text{ (}^\circ\text{C)}$$

En consecuencia, para su determinación es necesario disponer de datos de temperatura de estaciones meteorológicas urbanas y rurales.

### 2.1. Los datos

- **Datos del observatorio rural**, provienen del observatorio meteorológico de Matacán. Considerado medio rural ya que está suficientemente alejado de la ciudad (16 km), y emplazado en la margen izquierda del río Tormes, en una zona dedicada a la agricultura, especialmente al regadío. De esta estación se utilizarán datos de temperatura obtenidos a las 00.00, 07.00, 13.00 y 18.00 horas TU, así como los datos de temperaturas extremas.

- **Datos del observatorio urbano**: Estación EI, perteneciente a la Red de Vigilancia y Control de la Contaminación Atmosférica de Castilla y León. Esta estación está ubicada en uno de los puntos de más alta contaminación, en pleno casco urbano, en el cruce de dos grandes avenidas de la ciudad de Salamanca, Paseo de Torres Villarroel y Avenida de Portugal. Es una zona caracterizada por mucho tráfico y gran densidad de edificación. Los datos de estas estaciones son quinceminutales, con lo que para poder hacer un estudio comparativo con la zona rural, seleccionaremos los obtenidos a las 00.00, 07.00, 13.00 y 18.00 horas TU, y se calcularán los valores extremos obtenidos cada día.

### 2.2. Metodología

En cuanto a la metodología, como el estudio consiste en calcular la intensidad de la isla determinando la dife-

rencia de temperatura entre el medio urbano y el rural, la principal variable va a ser la temperatura (°C). El propósito es determinar la evolución temporal de la intensidad de la isla de calor, para lo cual, en este trabajo, se opta por el método de comparación de series de datos obtenidos en observatorios situados en puntos de diferentes características morfológicas<sup>11</sup>.

- En primer lugar se analiza la **evolución diaria** de la isla de calor durante el año 1996. Debido a que las condiciones iniciales que determinan la existencia del fenómeno son diferentes, se ha dividido el estudio en horas diurnas, utilizando las temperaturas máximas, así como las registradas a las 13.00 h TU y a las 18.00 h TU, y las horas nocturnas, utilizando las temperaturas mínimas, así como las temperaturas registradas a las 00.00 h TU y a las 07.00 h TU.

- A continuación, se hace un **estudio estacional**, calculando los valores medios y extremos de la intensidad de la isla de calor. El análisis se hace para períodos estacionales, considerados éstos definidos como: invierno (diciembre, enero y febrero), primavera (marzo, abril y mayo), verano (junio, julio y agosto) y otoño (septiembre, octubre y noviembre). Para este estudio se utilizan los datos registrados durante los años 1996, 1997 y 1998.

- Finalizaremos el trabajo concretando los **valores anuales** del fenómeno isla de calor, con el fin de establecer el margen de intensidad que puede presentar la isla de calor en la ciudad de Salamanca. En este caso se utilizan los datos registrados durante los años 1996, 1997 y 1998.

### 3. RESULTADOS

#### 3.1. Evolución diaria

Se calcula la intensidad de la isla de calor por diferencia entre la serie de datos de temperatura de la estación urbana (E1) y la rural (Matacán). La intensidad de la isla de calor a la hora en que se registran las temperaturas máximas se designa por  $I_{máx} = T_{umáx} - T_{rmáx}$ , y la calculada a partir de las temperaturas mínimas por  $I_{mín} = T_{umín} - T_{rmín}$ .

Dividimos el día en dos intervalos:

a) Horas diurnas, que incluyen las 13.00 h T.U., las 18.00 h T.U. y la hora a la que se registran las temperaturas máximas ( $T_{máx}$ ).

**Tabla 1.- Valores medios y extremos de la isla de calor diurna (°C), de 1996.**

Hora (T.U.)	13.00	18.00	Tmáx
Media	-0.1	-0.3	-0.9
Máxima	2.7	5.7	6.5
Mínima	-3.7	-4.8	-9.9

Llama la atención el hecho de que los valores medios de la intensidad de la isla de calor, a horas diurnas, sean negativos. Es decir, que el calentamiento en la zona rural supera al calentamiento en la zona urbana. Este hecho se conoce como inversión de la isla de calor. La explicación de esta inversión la podemos encontrar analizando las causas que provocan la isla:

La contaminación y el calentamiento urbano.

Debido a que, por lo general, los focos de contaminación, tanto física como química se localizan dentro del perímetro urbano, debe ser esta zona la que sufra sus consecuencias, lo que, en principio, nos indicaría que el calentamiento provocado por la contaminación debe centrarse en la ciudad.

La estructura urbana.

Al realizar un estudio térmico a horas diurnas hay que tener en cuenta la presencia de radiación solar, que, en principio, tiene menor número de obstáculos para alcanzar la superficie terrestre en zona rural que en zona urbana, debido a la presencia de los edificios. Así, la radia-

ción solar puede hacer que suba más la temperatura en el campo abierto que la ciudad.

Las condiciones meteorológicas.

Si tenemos en cuenta que las horas diurnas son, normalmente, las horas de mayor inestabilidad, la velocidad del viento será mayor, y teóricamente disminuiría la intensidad de la isla. Sin embargo esto sucedería tanto en la zona urbana como en la rural.

Todo esto nos lleva a considerar la morfología urbana como el factor más influyente en la variación negativa de la isla de calor urbana. Por su parte, debemos tener en cuenta que a la hora a la que se registran las temperaturas máximas también se alcanzan las mayores inversiones de la isla de calor. Es por esto que, a partir de ahora, se considerará  $I_{máx}$  como la representativa del fenómeno inversión de la isla de calor.

b) Horas nocturnas, en las que incluiremos las 00.00 h T.U., las 07.00 h T.U. y la hora a la que se registran las mínimas ( $T_{mín}$ ).

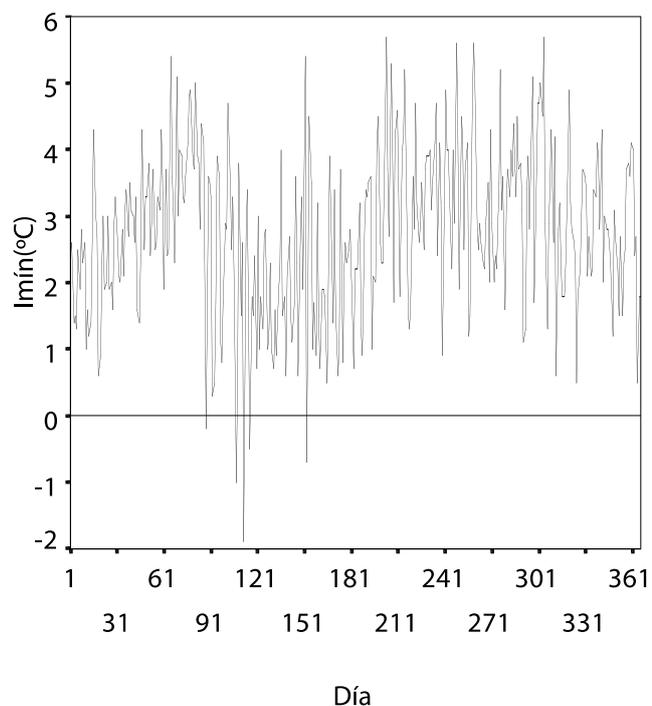
**Tabla 2.- Valores medios y extremos de la isla de calor nocturna (°C), de 1996.**

Hora (T.U.)	00.00	07.00	Tmín
Media	1.3	1.6	1.9
Máxima	6.5	5.9	7.9
Mínima	-4.2	-3.3	-4.6

La Tabla 2 nos muestra valores positivos en la intensidad media de la isla de calor, es decir, la temperatura medida dentro del recinto urbano es mayor que la que se da, simultáneamente, en la zona rural.

Aunque las tres causas, antes mencionadas, como causantes de la alteración microclimática que sufre una ciudad, influyen en la isla de calor nocturna, la morfología urbana debe considerarse como la principal. Cuando la radiación solar incide sobre los materiales que forman el entorno rural, gran parte es reflejada, mientras que al incidir sobre los materiales propios de la zona urbana, es absorbida, para ser emitida, posteriormente, y de forma lenta, como radiación de onda larga. Así, por la noche la zona rural se ha deshecho de toda la energía que, durante el día, ha llegado a su superficie, mientras que, la ciudad continúa emitiendo energía, y por tanto, calentando las capas atmosféricas más bajas.

**Figura 1.- Evolución a lo largo del año de  $I_{m\acute{a}x}$  (°C) media de 1996, 1997 y 1998.**

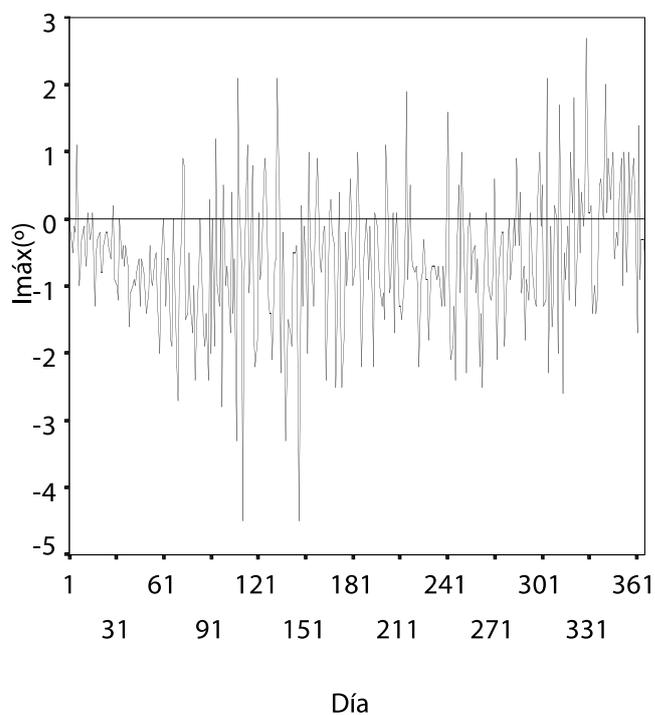


Como se puede observar en la Tabla 2, a horas nocturnas la isla calculada con las temperaturas mínimas obtiene los valores medios más altos, por lo que consideraremos  $I_{min}$  como representativa del fenómeno isla de calor nocturna.

Con el fin de poner de manifiesto los calentamientos diurnos y nocturnos de forma más clara, calculamos el valor medio de  $I_{m\acute{a}x}$  e  $I_{m\acute{i}n}$ , día a día, entre los años 1996, 1997 y 1998, y representamos gráficamente.

En las Figuras 1 y 2 se han representado las intensidades de la isla de calor a horas diurnas y a horas nocturnas, respectivamente. Mostrando el origen como referencia, se puede comprobar cómo a horas diurnas predomina el calentamiento rural, es decir, los valores negativos de la variable  $I_{m\acute{a}x}$ , y a horas nocturnas apenas existe inversión de la isla de calor, quedando restringida a los meses de primavera, que es la época en la que llega a tierra más radiación solar y durante más tiempo.

**Figura 2.- Evolución a lo largo del año de  $I_{m\acute{i}n}$  (°C) media de 1996, 1997 y 1998.**



### 3.2. Evolución estacional

En la Tabla 3 se muestran los valores medios y extremos de  $I_{m\acute{a}x}$  y de  $I_{m\acute{i}n}$ , por períodos estacionales, definidos según lo explicado en el capítulo de metodología.

**Tabla 3.- Valores medios y extremos de  $I_{m\acute{a}x}$  (°C) e  $I_{m\acute{i}n}$  (°C) por estaciones.**

	$I_{m\acute{a}x}$ (°C)			$I_{m\acute{i}n}$ (°C)		
	Valor medio	Máximo	Mínimo	Valor medio	Máximo	Mínimo
Invierno	-0.5	4.1	-3.8	2.3	6.6	-0.7
Primavera	-0.9	6.2	-9.9	2.5	9.3	-6.6
Verano	-0.7	5.3	-4.7	2.7	7.8	-2.1
Otoño	-0.5	6.5	-9.7	3.2	7.8	-3.4

Como puede observarse, los valores medios de  $I_{m\acute{a}x}$  son negativos en todas las estaciones del año, alcanzando el valor medio más alto en la primavera y en verano, lo que se justifica teniendo en cuenta que es la época del año en la que llega más radiación solar al suelo.

La isla de calor nocturna alcanza su valor medio más alto en el otoño, lo que se puede explicar considerando que, en el caso de Salamanca y para los tres años estudiados, es la época de menor velocidad del viento que, como

se ha visto en la introducción, es uno de los factores más influyentes en el fenómeno de calentamiento urbano.

### 3.3. Evolución anual.

Con el fin de estimar el valor que alcanza la isla de calor y su inversión, en Salamanca, calculamos los valores medios y extremos de  $I_{m\acute{a}x}$  e  $I_{m\acute{i}n}$ , para los años 1996, 1997 y 1998. Los resultados se muestran en la tabla 4.

**Tabla 4.- Valores medios y extremos anuales, de  $I_{m\acute{a}x}$  e  $I_{m\acute{i}n}$ , para 1996, 1997 y 1998**

Año	I <sub>máx</sub>			I <sub>mín</sub>		
	1996	1997	1998	1996	1997	1998
Valor medio	-0.9	-0.9	-0.1	1.9	2.9	3.6
Máximo	6.5	1.4	5.9	7.9	7.8	9.3
Mínimo	-9.9	-3.8	-5.5	-6.6	-0.6	-3.4

Los valores medios anuales indican que las inversiones de la isla diurna son pequeñas, y permanecen por debajo de -1.0 °C. Por su parte, las intensidades medias positivas de la isla nocturna se sitúan entre los 1.9 °C y los 3.6 °C.

## 4. CONCLUSIONES

1.- Se ha probado la **existencia de la isla de calor urbana** en la ciudad de Salamanca.

2.- La **evolución diaria** de la isla de calor muestra dos situaciones claramente diferenciadas:

**Isla de calor diurna**, que representa un mayor calentamiento de la zona rural que de la zona urbana, a lo que se denomina inversión de la isla de calor. La variable que cuantifica el fenómeno de forma más clara es la intensidad de la isla de calor calculada con las temperaturas máximas.

**Isla de calor nocturna**, que presenta valores de intensidad media positiva, tomando como variable más representativa la intensidad de la isla calculada con las temperaturas mínimas.

### 3.-Evolución estacional.

El valor medio más alto de la inversión de la isla de calor se da en la primavera, época en la que la llegada de mayor cantidad de radiación solar provoca un mayor calentamiento de la zona rural, debido a que está despejada de edificios que le hacen sombra.

El valor medio más alto de la intensidad de la isla de calor nocturna se da en otoño, a lo que se ha dado explicación con las condiciones meteorológicas, ya que, para los años estudiados, es la época en la que la velocidad media del viento es menor.

4.-La **evolución anual** nos ha permitido establecer el siguiente rango de intensidades, que definen la isla de calor en la ciudad de Salamanca:

- **Isla de calor débil**, si su intensidad es inferior a los 2.0 °C

- **Isla de calor moderada**, si su intensidad presenta valores entre 2 °C y 4 °C.

- **Isla de calor intensa**, si ésta supera los 4.0 °C.

## 5. BIBLIOGRAFÍA

- 1.-López G. El clima urbano en Madrid: La isla de calor. Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas; 1991.
- 2.-Smoyer K, Kalstein L, Greene J, Ye H. The impacts of weather and pollution on human mortality in Birmingham, Alabama and Philadelphia, Pennsylvania. *International Journal of Climatology* 2000; 20:881-897.
- 3.-Kalkstein LS, Davis RE. Weather and human mortality: An evaluation of demographic and interregional responses in the United States. *Annals of the Association of American Geographers* 1989; 79(1):44-64.
- 4.-Kalkstein LS. Health and climate change-direct impacts in cities. *The Lancet* 1993; 342:1397-1399.
- 5.-Alderson MR. Season and mortality. *Healths Trends* 1985; 17:87-96.
- 6.-Thurston GD. A critical review of PM10-mortality time series studies. *Journal of Exposure and Analytic Environmental Epidemiology* 1996; 6:3-21.
- 7.-Shumway RH, Azari AS, Pawitan Y. Modeling mortality fluctuations in Los Angeles as functions of pollution and weather effects. *Environmental Research* 1988; 45:224-241.
- 8.-Alonso MS, Labajo JL, Fidalgo MR. Estudio de la isla de calor urbana en Salamanca. Salamanca: Series resúmenes de Grados de Salamanca, Universidad de Salamanca; 1999.
- 9.-Dinoudi A, Nikolopoulou M. Vegetation in the urban environment: microclimatic analysis and benefits. *Energy and Buildings* 2003; 35: 69-76.
- 10.-Oke TR, Hannel FG. The form of the urban heat island in Hamilton, Canada. *WMO Tech. Note* 1970; 108: 113-126.
- 11.-Figuerola MR, Mazzeo N. Urban-Rural temperatures differences in Buenos Aires. *International Journal of Climatology* 1998; 18:1709-1723.

# EVOLUCIÓN DE LOS RESULTADOS MICROBIOLÓGICOS EN ALIMENTOS DE UN ÁREA SANITARIA DE LA COMUNIDAD DE MADRID (1999-2002)

## *EVOLUTION IN MICROBIOLOGICAL RESULTS IN FOOD SAMPLES IN A HEALTH AREA IN THE COMMUNITY OF MADRID, SPAIN (1999-2002)*

Nerea Fernández de Larrea Baz<sup>1</sup>, Pilar Pérez Rodríguez<sup>2</sup>, Amalia Martín Pérez<sup>2</sup>, Julio J. Mañas Urbón<sup>2</sup>, Francisco J. Fouz Uguet<sup>2</sup>, Juan García Caballero<sup>1</sup>, José M<sup>o</sup> Ordóñez Iriarte<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Servicio de Medicina Preventiva. Hospital La Paz. Madrid.

<sup>2</sup> Servicio de Salud Pública del Área V. Instituto de Salud Pública. Comunidad de Madrid.

### RESUMEN

**Introducción:** En el marco de una creciente relevancia de la seguridad alimentaria en el ámbito de la salud pública, el presente estudio trata de valorar el grado de contaminación microbiológica de los alimentos y proponer medidas de mejora.

**Metodología:** Análisis retrospectivo de los resultados microbiológicos de las muestras tomadas de alimentos de industrias elaboradoras y de restauración del Distrito 1 del Área V de Salud de la Comunidad de Madrid en 1999, 2000, 2001 y 2002.

**Revisión de las actas de inspección de los establecimientos de restauración social.**

**Análisis descriptivo de los mismos.**

**Resultados:** De las 383 muestras analizadas, 116 (30·3%) superaron los límites microbiológicos permitidos por la legislación.

El porcentaje de muestras correctas en comedores colectivos aumentó del 62% en 1999 al 89·9% en 2001 ( $p < 0·05$ ).

El 32·8% de las muestras incorrectas lo fueron por la presencia de patógenos.

Los alimentos con mayor porcentaje de incumplimiento fueron los productos lácteos, seguidos de los embutidos. En platos elaborados, el porcentaje de incumplimiento fue mayor en los del grupo A.

Las principales deficiencias en los establecimientos de restauración social fueron la ausencia de lavamanos de accionamiento no manual utilizables, ausencia de lejía de uso alimentario e inadecuada protección de los alimentos.

**Conclusiones:** Tendencia positiva en los resultados microbiológicos en comedores colectivos, aunque persisten deficiencias tanto estructurales como de proceso. En

### ABSTRACT

**Introduction:** In the context of the increasing relevance of food security in the field of the Public Health, the present article try to evaluate the degree of microbiological contamination in foodstuffs, and to search improvement measures.

**Methods:** Retrospective analysis of the results obtained from the samples of foodstuffs from industries and restauration establishments in the district 1 of the Area V of Madrid Autonomous Region between 1999 and 2002.

To check the official minutes of inspections of social restauration establishments.

**Descriptive analysis of the data obtained.**

**Results:** The parameters in 116 of the 383 analysed samples (30·3%) were higher than permitted by law. The percentage of correct samples in the collective lunchrooms went up from 62% in 1999 to 89·9% in 2001 ( $p < 0·05$ ).

The 32·8% of the altered samples were caused by the presence of pathogens.

The foodstuffs with higher percentage of alteration were the dairy products, followed by the sausages. In the cooked foods, the percentage of alteration was higher in those of group A.

The primary deficiencies in the social restauration establishments were the absence of non-manual accion tap, the lack of bleach suitable for alimentary use and the inadequate protection of foods.

**Conclusions:** In collective lunchrooms we can observe an improvement in the microbiological results; however, there are still structural and process deficiencies. The results of the other industries cannot be easily assessed due to scarcity of samples.

**Correspondencia:** Nerea Fernández de Larrea Baz. Paseo de la Castellana, 261. 28046. Madrid. Teléfono: 917277246. Correo electrónico: [nereafib@hotmail.com](mailto:nereafib@hotmail.com)

el resto de programas los resultados son menos valorables debido al bajo número de muestras.

Conseguir una mayor utilización de lejía de uso alimentario podría disminuir el porcentaje de alimentos del grupo A que superan los límites microbiológicos permitidos.

**PALABRAS CLAVE:** Higiene alimentaria, Evaluación de la exposición, Condiciones higiénicas, Contaminación microbiológica.

## INTRODUCCIÓN

Las enfermedades transmitidas por alimentos constituyen un problema de salud pública, y actualmente algunas de ellas se consideran enfermedades emergentes, bien por haber aumentado su incidencia, o bien por haberse identificado nuevos microorganismos patógenos o haberse reconocido los alimentos como nueva vía de transmisión para determinados agentes microbianos<sup>1</sup>.

La seguridad alimentaria está cobrando un gran interés en los últimos años; en respuesta a ello se está desarrollando la legislación<sup>2</sup> y adecuando los programas de salud pública<sup>3</sup>.

En la Comunidad de Madrid, en el año 2002 se notificaron a la Red de Vigilancia Epidemiológica 126 brotes de origen alimentario, que afectaron a 2538 personas<sup>4</sup>.

Algunos de los factores que contribuyen al aumento de la relevancia de este tipo de enfermedades son<sup>5</sup>:

- La globalización del comercio de alimentos
- La introducción de microorganismos patógenos en nuevas áreas geográficas
- La exposición del hombre a riesgos alimentarios diferentes de los de su lugar de origen; en el caso de los inmigrantes, los refugiados y los que realizan viajes internacionales
- Las modificaciones de los microorganismos: aparición de nuevas cepas patógenas, desarrollo de resistencias a los antimicrobianos, etc.
- Los cambios de la población humana: aumento del número de personas susceptibles: malnutrición, envejecimiento de la población, aumento de la prevalencia de enfermedades crónicas y tratamientos inmunosupresores, etc.
- Las modificaciones en el modo de vida: mayor consumo de alimentos fuera del hogar.

Esta situación pone de manifiesto la necesidad de evaluar el riesgo de las diferentes enfermedades de transmisión alimentaria, teniendo en cuenta los nuevos microorganismos o cepas patógenas, así como los actuales patrones de alimentación. Para ello se ha desarrollado una metodología específica de Determinación (o Evaluación) del riesgo, la cual es promovida por la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), y recomendada por la Comisión Europea.

La Evaluación del riesgo se encuadra dentro de un proceso más amplio: El análisis del riesgo, que incluye otras dos fases: Proceso de comunicación sobre el riesgo y Gestión del riesgo<sup>6</sup>.

La Evaluación del riesgo consiste en una serie de análisis exhaustivos de datos científicos encaminada a determinar la probabilidad de que un peligro determinado (en este caso microbiológico) produzca daños concretos y la gravedad de éstos. Se subdivide en:

- 1.- Identificación del peligro.

To use bleach suitable for alimentary use in a routine way, can be a measure to reduce the high percentage of group A contaminated foodstuffs.

**KEY WORDS:** Alimentary hygiene, Exposure determination, Hygienic conditions, Microbiological contamination.

2.- Caracterización del peligro.

3.- Determinación de la exposición: valoración cualitativa o cuantitativa de la ingestión probable de agentes a través de los alimentos o la exposición.

4.- Caracterización del riesgo.

La toma de muestras de alimentos para su análisis microbiológico aporta información para la Determinación de la exposición; ésta se basa en estudiar el grado de contaminación de los alimentos por microorganismos y el patrón de consumo de dichos alimentos en la población.

La evaluación de la exposición calcula, dentro de los distintos niveles de incertidumbre, la presencia de agentes patógenos microbiológicos o toxinas microbianas y la posibilidad de que éstos estén en los alimentos en el momento de su consumo.

El estudio de todos estos factores es complejo y costoso; para conocer la exposición a un peligro en un determinado ámbito pueden ser útiles los estudios previos, teniendo en cuenta que es necesario adaptar aquellos parámetros utilizados en la Determinación de la exposición que sean diferentes a los de otros estudios; entre estos parámetros está el grado de contaminación de los alimentos en un determinado punto de su comercialización. Por ello, la Comunidad de Madrid, dentro de los Programas de Salud Pública, incluye el Programa de Vigilancia y control de contaminantes y residuos en alimentos; éste se divide a su vez en dos subprogramas: Control de contaminantes químicos y Control de contaminantes biológicos.

Ya en una Directiva europea de 1989<sup>7</sup> se establecía la toma de muestras y análisis como una de las operaciones de dicho control. En esta misma Directiva deja a los Estados Miembros la definición del carácter y frecuencia de los controles.

El examen microbiológico de los alimentos está basado, esencialmente en tres aspectos: el muestreo, la elección de la técnica analítica y la interpretación de los resultados<sup>5</sup>

Dentro del Programa de Control de contaminantes biológicos de la Comunidad de Madrid, cada año se establecen los sectores en los que se va a llevar a cabo la toma de muestras, los productos y los análisis que se realizarán; esto se determina en base a las propuestas de los miembros de cada Comisión (Carne, Pesca, ...); estas propuestas surgen a partir del conocimiento de la situación de los distintos tipos de establecimientos, así como de los resultados obtenidos en años anteriores. Además se toman en consideración las Recomendaciones elaboradas por la Comisión Europea sobre el control oficial de productos alimenticios.

El estudio de la flora microbiana aporta información acerca de<sup>8</sup> las fuentes de contaminación del alimento, las prácticas de higiene utilizadas en la elaboración y manipulación de los alimentos, la presencia de riesgos para la salud de los consumidores y el momento a partir del cual

se producen alteraciones en los distintos alimentos, con el fin de delimitar su periodo de conservación óptimo.

Los resultados del Programa de Vigilancia y control de contaminantes y residuos en alimentos pueden ser útiles, por tanto, no sólo como información acerca del grado de exposición de la población a determinados peligros microbiológicos en el contexto de la Evaluación de riesgos, sino también como herramienta educativa en Higiene de los Alimentos para los responsables de los distintos establecimientos.

Los microorganismos que se encuentran en los alimentos pueden clasificarse en tres grupos, en función del significado de su presencia y de las medidas a tomar en caso de detectarse niveles anormales de los mismos<sup>9</sup>:

**Microorganismos Indicadores:** su presencia es indicativa de deficientes prácticas de higiene alimentaria. Entre ellos cabe destacar: Enterobacterias, microorganismos aerobios, *Clostridium sulfito-reductores*, Enterococos y psicrotróficos.

**Microorganismos Testigos de falta de higiene:** *E. coli* y *S. aureus*.

**Microorganismos Patógenos:** su presencia puede causar enfermedad en quienes ingieren el alimento. *Salmonella*, *Shigella*, *Listeria monocytogenes*, *Clostridium perfringens* y *Campylobacter jejuni*.

Cada uno de estos microorganismos tiene unas características propias, que determinan su frecuencia de aparición tanto como responsables de brotes alimentarios como en los análisis microbiológicos de muestras tomadas de forma programada.

En cuanto a la participación en brotes de origen alimentario, en concreto en la Comunidad de Madrid, y según los datos del Boletín epidemiológico<sup>4</sup>, el género microbiano implicado en un mayor número de brotes en el año 2002 fue *Salmonella*, seguido de *Campylobacter* y de agentes virales.

*Salmonella* es la causa conocida más frecuente de brotes de origen alimentario y de infecciones gastrointestinales en España en los últimos años, según los datos del Sistema de Información Microbiológica (SIM)<sup>10</sup>. Se han implicado numerosos alimentos en brotes provocados por *Salmonella*, pero los más frecuentes son: carnes (principalmente de aves) y sus derivados y alimentos elaborados con huevo.

El poder patógeno de *Campylobacter* para el hombre no se reconoció hasta 1970. Actualmente es una de las principales causas de infección transmitida por los alimentos: suele presentarse de forma esporádica y menos frecuentemente en brotes. Los alimentos implicados con mayor frecuencia son la leche y la carne de pollo poco cocinada<sup>11</sup>.

*Listeria monocytogenes*<sup>12</sup> a pesar de ser poco frecuente, es una de las principales causas de ingreso hospitalario y de mortalidad asociada a infecciones alimentarias. Los alimentos implicados en los brotes suelen haber estado sometidos a largos periodos de refrigeración, ser productos listos para comer, o alimentos consumidos sin precalentar. A pesar de la amplia distribución de la bacteria en el ambiente, la incidencia de listeriosis es baja, siendo la mayor parte de los casos esporádicos.

En el caso de *Escherichia coli* O157:H7 el principal alimento relacionado con los brotes es la carne de vacuno poco cocinada.

*Clostridium perfringens* es una de las causas más comunes de intoxicación alimentaria. Suele ser responsable de brotes reducidos, generalmente por ingestión de carne

o productos cárnicos. Se relaciona con inadecuadas prácticas de conservación de los alimentos, como el enfriamiento a temperatura ambiente.

El objetivo del presente estudio es conocer la evolución de la exposición a peligros microbiológicos en el Distrito 1 del Área V de Salud de la Comunidad de Madrid desde 1999 hasta el año 2002, identificar los microorganismos más frecuentemente aislados de los alimentos y los tipos de productos con mayor grado de contaminación. Al mismo tiempo, intentar relacionar las deficiencias encontradas en las inspecciones de los establecimientos de restauración social con los resultados microbiológicos.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Revisión de los resultados recibidos del Laboratorio Regional de Salud Pública de las muestras informativas tomadas para análisis microbiológico durante los años 1999, 2000, 2001 y 2002 en el Distrito 1 (Alcobendas) del Área V de Salud de la Comunidad de Madrid. En el caso de los productos lácteos se recogieron también los datos del Distrito 2 (Colmenar Viejo).

Revisión de las actas de los expedientes de los establecimientos de Restauración social correspondientes al mismo periodo de tiempo; se recogió información referente a cada uno de los puntos del Protocolo de inspección del Programa de prevención de riesgos alimenticios de la Comunidad de Madrid.

Las variables recogidas fueron:

- Fecha de la toma de la muestra
- Tipo de alimento: en el caso de los Comedores colectivos, los alimentos se clasificaron en grupo A o grupo B en función de si tenían algún componente que no había sido sometido a procesamiento térmico o no, respectivamente, según lo establecido en la actual reglamentación española<sup>9</sup>.
- Tipo de establecimiento y municipio al que pertenece.
- Presencia de niveles anormales de cada parámetro estudiado: Coliformes, Microorganismos totales, Aerobios mesófilos y Enterobacterias (agrupados como microorganismos indicadores) y *Clostridium perfringens*, *Salmonella*, *Shigella*, *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus* (agrupados como patógenos).
- Valoración de los distintos ítems de la inspección: esta variable sólo fue recogida en los establecimientos de Restauración social. Los ítems se clasificaron en: Características generales, Prácticas correctas de higiene, Zona de elaboración, Elaboración-manipulación, Almacenamiento-exposición, Envasado, DDD (desinfección, desinsectación y desratización) y Agua.

Los resultados de cada análisis microbiológico se clasificaron como correctos o no, siguiendo los criterios que marca la legislación vigente en el año 2003 para cada tipo de alimento; se consideraron incorrectas las muestras que superaban el valor m (valor umbral del número de bacterias)<sup>9</sup>.

La información fue introducida en una base de datos, a partir de la cual se realizó un análisis descriptivo. Para la comparación entre años se utilizó la prueba estadística de la  $\chi^2$  de Pearson.

## RESULTADOS

El número de resultados analíticos revisados, por año y tipo de alimento se resumen en la Tabla 1.

**Tabla 1.- Número de muestras estudiadas por años y grupos de alimentos.**

	1999	2000	2001	2002	TOTAL
<b>Restauración</b>	98	38	110	-	246
<b>Carnes y huevos</b>	-	14	23	29	66
<b>Pesca</b>	-	-	-	5	5
<b>Vegetales</b>	-	-	-	2	2
<b>Lácteos</b>	1	4	43	16	64
<b>TOTAL</b>	99	56	176	52	383

En el Programa de Comedores colectivos el porcentaje de muestras correctas es mayor en el año 2001 (89,9%) que en los dos anteriores; en el Programa de Car-

nes este porcentaje se mantiene alrededor del 70% a lo largo de los tres años estudiados.

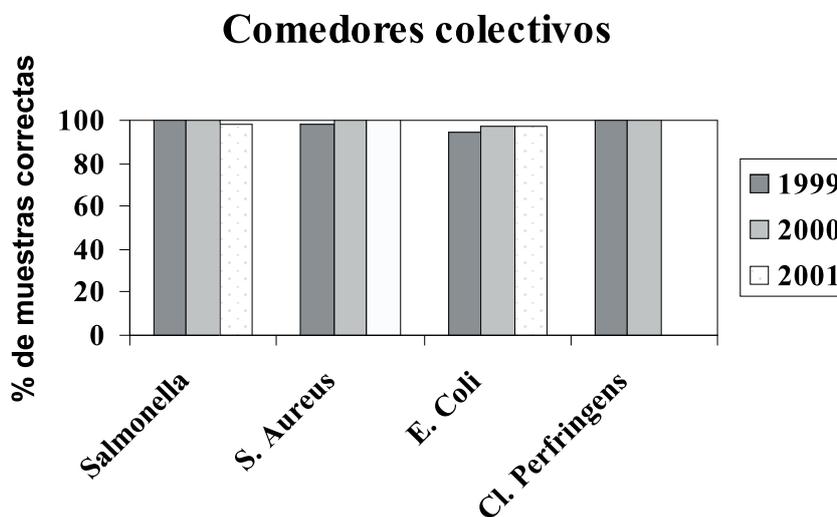
**Tabla 2.- Porcentaje de muestras correctas en cada programa a lo largo del periodo de estudio**

	Comedores Colectivos	Platos preparados	Carnes	Pesca	Lácteos	Verduras	TOTAL
<b>1999</b>	62% (56/90)	88% (7/8)	-	-	0% (0/1)	-	63% (63/99)
<b>2000</b>	78% (28/36)	0% (0/2)	79% (11/14)	-	50% (2/4)	-	73% (41/56)
<b>2001</b>	90% (62/69)	81% (33/41)	70% (16/23)	-	44% (19/43)	-	74% (130/176)
<b>2002</b>	-	-	66% (19/29)	20% (1/5)	81% (13/16)	0% (0/2)	63% (33/52)
<b>TOTAL</b>	75% (146/195)	78% (40/51)	69% (46/66)	20% (1/5)	53% (34/64)	0% (0/2)	70% (267/383)

En cuanto a los resultados separados por cada microorganismo, observamos que la presencia de microorga-

nismos patógenos en muestras de Comedores colectivos es excepcional.

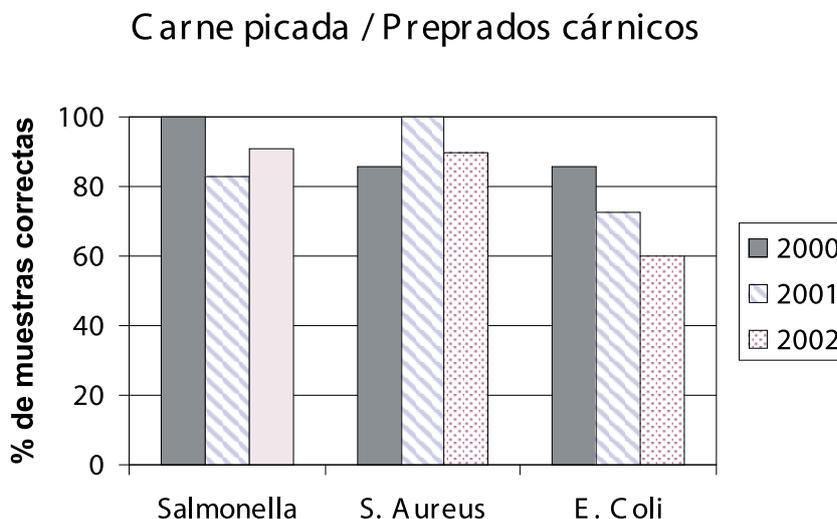
**Figura 1. Porcentaje de muestras correctas para cada microorganismo patógeno en Comedores colectivos.**



En Carnes, el patógeno más frecuentemente encontrado es *E. coli* (40% de las muestras en 2002). Figura 2. En el año 2002 también se investigaron en Productos cár-

nicos otros patógenos como *Campylobacter* y *Listeria*, resultando todas las muestras correctas (7 en el caso de *Campylobacter* y 5 en el de *Listeria*).

Figura 2.- Porcentaje de muestras correctas para cada microorganismo patógeno en muestras de Carne.



En Comedores colectivos fueron negativas para *Listeria* las 69 muestras en las que se analizó este microorganismo (año 2001).

En productos Lácteos, los microorganismos patógenos estudiados fueron: *Salmonella*, *Listeria*, *St. Aureus*, *E. Coli* y *Cl. perfringens*; hubo una muestra con *Listeria* (se trataba de una muestra de queso fresco) y una con *Clostridium perfringens* (de las 7 en las que se buscó).

De las 7 muestras en las que se aisló *Salmonella*, 6 correspondían a derivados cárnicos (3 en chorizo fresco, 1 en carne picada y 1 en longaniza fresca) y 1 a un plato preparado (tarta casera).

En el caso de *E. coli*, ésta se encontró en 26 muestras (1 en chistorra, 7 en chorizo fresco, 5 en longaniza fresca, 4 en platos preparados y 9 en comidas de establecimientos de restauración).

*Listeria* se aisló en tres muestras de las 161 en las que se analizó; una de ensalada variada, otra de fruta preparada y otra de queso fresco; en las dos primeras el recuento fue inferior a  $10^2$  ufc/g, por lo que se encuentra dentro de los límites establecidos por la legislación, y en la tercera, el resultado fue dado como "Presencia/25 g", por lo que no podemos valorar su relevancia.

Tabla 3.- Porcentajes de muestras correctas para cada microorganismo indicador por años en productos cárnicos.

	Enterobacterias	Aerobios mesófilos
2000	-	-
2001	-	100%
2002	66,7 %	27,3%

El porcentaje de muestras que cumplen lo dispuesto en la legislación, en general es menor en el caso de los microorganismos indicadores que en el de los patógenos. El menor porcentaje de cumplimiento se ha observado en Productos cárnicos en el año 2002: en el 72,7% de las muestras se encontraron niveles de Aerobios mesófilos superiores al valor umbral. Tabla 3. En los microorganismos indicadores el porcentaje de muestras correctas,

como en los microorganismos patógenos, es mayor en las de Comedores colectivos que en las de otros productos. Debido a la variabilidad interanual en las especies microbiológicas estudiadas, sólo se dispone de información en los tres años en el grupo de Microorganismos totales; en éstos se observa un aumento en el porcentaje de muestras correctas desde 1999 hasta 2001, siendo estadísticamente significativas estas diferencias ( $p < 0,01$ ).

**Tabla 4.- Porcentajes de muestras correctas para cada microorganismo indicador por años en comedores colectivos.**

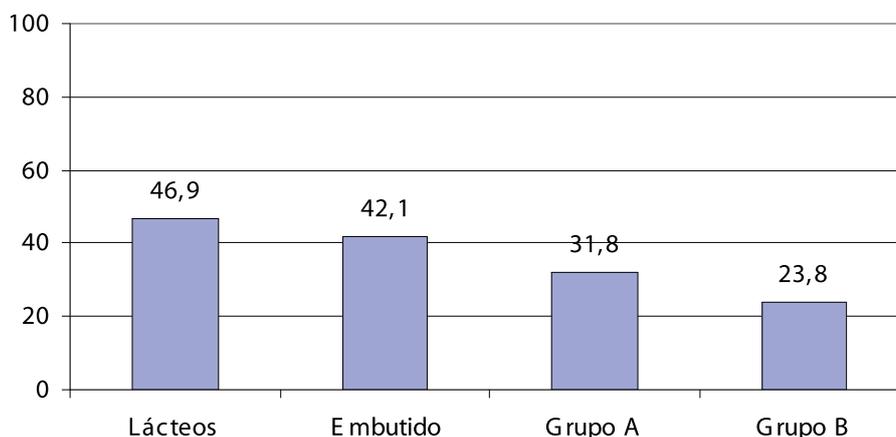
	Enterobacterias	Aerobios mesófilos	Coliformes	Microorganismos totales
1999	68,6 %	81,8 %	-	70,6 %
2000	86,1 %	-	-	80,6 %
2001	-	-	94,2 %	94,2 %

Los resultados observados en productos lácteos están resumidos en la tabla 5. Destaca la frecuencia de incumplimiento de los niveles de Aerobios mesófilos en el año 2001, que no se mantiene en los resultados del 2002.

La comparación de distintos tipos de alimentos muestra diferencias entre ellos, presentando un mayor porcentaje de analíticas alteradas los embutidos (16/38) y los productos lácteos (30/64), seguidos de los alimentos co-

cinados (tanto de comedores colectivos como de platos preparados) del grupo A (14/44) y un menor porcentaje en el grupo B (50/120) y en las carnes (excluida la carne picada); los porcentajes de otros grupos de alimentos como carne picada y pescados tienen menor validez, ya que sólo hay 8 y 5 muestras en cada uno respectivamente.

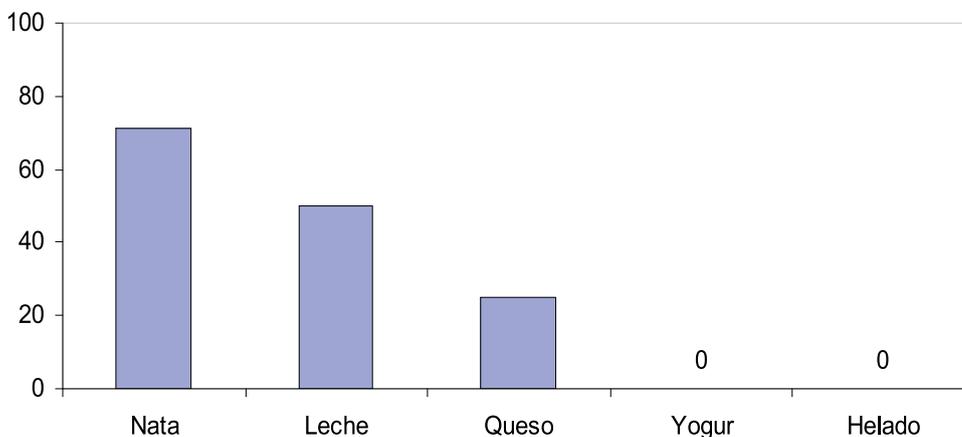
**Figura 3.- Porcentaje de muestras alteradas por grupo de alimento**



En el caso de los productos Lácteos, tras la estratificación por tipo de producto, quedan 6 muestras de helados, 7 de nata, 28 de leche pasteurizada, 19 de queso

fresco y 4 de yogures. Los porcentajes de muestras alteradas se reflejan en la Figura 4.

**Figura 4.- Porcentaje de muestras incorrectas por tipo de lácteo**



En el ámbito de los comedores colectivos, vemos que el porcentaje de cumplimiento es mayor en los alimentos del grupo B que en los del A en todos los años estudiados.

Asimismo, este porcentaje aumenta a lo largo del tiempo, siendo estadísticamente significativas las diferencias observadas en los alimentos del grupo B (p=0,001).

**Tabla 6.- Porcentaje de muestras correctas por año.**

	1999	2000	2001	Total
<b>Grupo A</b>	40	66,7	84,6	71,4
<b>Grupo B</b>	63,5	78,8	91,9	75,3

En cuanto a las inspecciones de los establecimientos de Restauración social, el número total de actas revisadas es de 255: 140 en colegios, 41 en guarderías, 40 en residencias y 34 en empresas. Las deficiencias encontradas con mayor frecuencia son:

Falta de separación de los útiles de limpieza.

Recipientes para residuos sólidos sin cierre hermético con el estropeado.

Ausencia de lavamanos de accionamiento no manual o de dotación higiénica apropiada

No disponibilidad de hipoclorito sódico de uso alimentario

Falta de carnet de manipuladores

Ausencia de termómetros en cámaras o mesas calientes

Inadecuada protección de los alimentos.

Ausencia o mal estado de las telas mosquiteras

En el 50% de los establecimientos que no disponían de hipoclorito sódico apto para uso alimentario alguna de las muestras superó los niveles permitidos de microorganismos indicadores. En los que sí disponían de él, el porcentaje de incumplimiento fue del 34,8%, no siendo estadísticamente significativas las diferencias ( $p=0,368$ )

## DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en el presente estudio nos dan una idea general de la situación en la que se encuentra el área de estudio en cuanto a exposición a contaminantes microbiológicos.

En global, el 30% de las muestras analizadas superaban los valores permitidos de alguno de los microorganismos estudiados; el 10% superaba los niveles de algún patógeno.

Destaca el descenso en el porcentaje de muestras incorrectas en comedores colectivos a lo largo de los tres años estudiados.

La mayoría de los resultados incorrectos encontrados se deben a la presencia de microorganismos indicadores (67,2%), siendo menos frecuente la contaminación por patógenos. Sin embargo, dadas las posibles consecuencias de su presencia y teniendo en cuenta el escaso número de productos analizados en relación a los elaborados, es significativo el aislamiento de un solo microorganismo patógeno.

La aparición de microorganismos patógenos en comidas de establecimientos de restauración es especialmente peligrosa, dado que esos alimentos están destinados a su consumo sin ningún procesado posterior; además, en algunos de los casos se trataba de colegios o residencias de la 3ª edad, donde la población que va a consumir los productos es numerosa y especialmente vulnerable. En nuestro estudio un 17,9% de las 112 muestras tomadas en comedores escolares superaron los límites microbiológicos legales. Este porcentaje es mayor al encontrado en un reciente estudio llevado a cabo en co-

medores escolares de Tenerife, donde fue del 8,5%, aunque la comparabilidad de los estudios es dudosa, ya que en el de Tenerife realizaron un muestreo aleatorio estratificado para la selección de la muestra, mientras que en nuestro estudio la selección se hizo en función de los requerimientos del programa de control de contaminantes biológicos; por otra parte, no sabemos si el tipo de comedores escolares incluidos en ambos estudios son comparables<sup>13</sup>.

Otro estudio, llevado a cabo en colegios y guarderías de otro Área Sanitaria de la Comunidad de Madrid en 1998<sup>14</sup> encontró un 55,8% de muestras positivas a algún microorganismo; ninguna de ellas fue positiva para patógenos. Sin embargo estos resultados no son comparables con los de nuestro estudio, debido a que las normas microbiológicas vigentes son diferentes<sup>15,9</sup>. Aunque la comparación de ambas legislaciones no es fácil puesto que difieren en la clasificación de los alimentos, se aprecia que los límites establecidos en la actualidad son más permisivos, lo cual podría explicar, al menos en parte, las diferencias observadas entre ambos estudios.

En cuanto al nivel de riesgo de los distintos alimentos, se observa un mayor porcentaje de muestras alteradas en productos cárnicos como embutidos, principalmente en las muestras de chorizo fresco y de longaniza; además, es en este grupo donde más veces se han aislado microorganismos patógenos. El consumo de este tipo de alimentos es relativamente frecuente en nuestra población, y en ocasiones son consumidos sin un tratamiento térmico apropiado.

Dentro de las comidas cocinadas, tienen un mayor riesgo las del grupo A (con ingredientes no sometidos a tratamiento térmico) que las del B, no sólo por haber un mayor porcentaje de ellas que superan los límites legales de microorganismos, sino porque generalmente se consumen sin someterlas al efecto de la temperatura. Estos resultados son coherentes con los encontrados por otros autores<sup>13</sup>.

Del resto de grupos de alimentos (pescados, lácteos o carnes) no se pueden extraer conclusiones sobre si un determinado producto tiene un riesgo mayor que los demás, ya que el número de resultados analíticos encontrados es pequeño.

Hemos encontrado un mayor porcentaje de establecimientos con muestras que superaban los niveles microbiológicos legales dentro de los que no disponían de lejía apta para uso alimentario que en el resto; estas diferencias no son estadísticamente significativas, lo cual puede deberse al tamaño muestral; por otra parte, el número medio de muestras tomado en los establecimientos que disponían de lejía apta para uso alimentario fue de 3,1 y para los que no disponían de dicho producto, de 2,07 ( $p=0,04$ ); al recoger mayor número de muestras, aumentan las probabilidades de encontrar alguna que supere los límites permitidos; podríamos estar, por tanto, infraestimando la asociación entre la ausencia de hipoclorito apto para uso alimentario en los establecimientos y

la detección de microorganismos indicadores en los alimentos.

Dado que el 31,8% de las muestras tomadas de productos elaborados del grupo A superan los niveles microbiológicos admisibles y que la ausencia de hipoclorito sódico de uso alimentario en los establecimientos de restauración es una deficiencia frecuente, una posible propuesta de mejora sería potenciar la utilización de dicho producto para la desinfección de las verduras que vayan a consumirse crudas. El control del cumplimiento de esta medida demostró una disminución del porcentaje de muestras no aptas en un estudio llevado a cabo en comedores universitarios.<sup>16</sup>

En cuanto a los resultados obtenidos de la revisión de las actas de inspección, observamos que en general, las condiciones estructurales de los establecimientos de restauración social son adecuadas; las principales deficiencias se encuentran en aspectos relacionados con la manipulación y conservación de los alimentos. La mejora de algunos de estos aspectos puede ser complicada, ya que además de la educación en higiene de los alimentos intervienen otros factores, como la carga de trabajo o las condiciones laborales de los manipuladores.

Una de las principales limitaciones del presente estudio puede ser la representatividad de los resultados analíticos estudiados, ya que el número de muestras tomadas representa un mínimo porcentaje de la producción de alimentos del Distrito (tanto en cuanto a materias primas como a productos elaborados). A pesar de ello, es la información con la que podemos contar, y no es factible analizar el número de muestras que sería necesario para lograr esa representatividad; quizás en un futuro, a medida que el sistema de Análisis de Peligros y Puntos de Control Críticos (APPCC) se vaya implantando en la mayor parte de las empresas, los análisis microbiológicos se realicen en un número suficiente como para poder conocer de una forma más fiable los niveles de exposición de la población a este tipo de peligro; por otra parte, la correcta implantación de este sistema conseguiría reducir al mínimo los resultados anormales en el producto final, puesto que el control de los puntos críticos detectaría cualquier problema en las fases previas<sup>17</sup>.

Por otra parte, las características de la planificación de los programas de toma de muestras hacen que no sea un muestreo aleatorio, ya que cuando el número de establecimientos a muestrear determinado por los Servicios Centrales es menor que el número de establecimientos de ese tipo censados en el Área, la selección se hace en base a criterios como el tamaño del establecimiento, o la sospecha de peores condiciones higiénicas; esto, que es lo más apropiado en cuanto al control, supone que a la hora de analizar los resultados con la intención de conocer la situación general del Área, no podamos asumir directamente su representatividad. Este aspecto puede afectar sobretodo a los establecimientos de restauración, ya que para las industrias elaboradoras, la mayor parte de las veces la propuesta de muestreo asigna toma de muestras en todas ellas. En cualquier caso, el sesgo que este aspecto conllevaría es el de supraestimar el grado de incumplimiento de las muestras con los parámetros establecidos.

Así mismo, debido a las características de dicha planificación, los microorganismos analizados en el laboratorio no han sido los mismos a lo largo del periodo de estudio, incluso dentro de cada tipo de alimento; este aspecto

dificulta la comparación temporal de los resultados analíticos.

En cuanto a las propuestas de muestreo, llama la atención el escaso número de muestras en las que se analiza *Campylobacter jejuni*, a pesar de ser el segundo microorganismo más frecuentemente responsable de infecciones de origen alimentario. De todas las analíticas revisadas, sólo en 7 se hizo la determinación de *Campylobacter*. Tal vez una de las razones para que no se incluya su determinación en las legislaciones, ni en consecuencia en los programas de Salud Pública es que requiere medios de cultivo específicos y medidas especiales en el manejo de las muestras<sup>18</sup>.

Los resultados de las analíticas microbiológicas pueden servir de apoyo a la labor educativa realizada por los inspectores en los establecimientos, si bien puede ser un arma de doble filo, ya que al ser una toma de muestras puntual, pueden obtenerse resultados correctos en establecimientos con deficientes prácticas de higiene, lo cual puede conllevar una falsa sensación de seguridad, desmotivando a los responsables de los establecimientos para mejorar las condiciones. Este inconveniente sería minimizado con la implantación de sistemas APPCC.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores quieren agradecer su colaboración a todos los profesionales del Servicio de Salud Pública del Área V de la Comunidad de Madrid, que en mayor o menor medida han colaborado en la realización de este trabajo.

## BIBLIOGRAFÍA

- 1.-Meng J, Doyle MP. Emerging and evolving microbial food-borne pathogens. Bull. Inst. Pasteur. 1998; 96:151-164
- 2.-Reglamento del Parlamento Europeo y del Consejo, por el que se establecen los principios y los requisitos generales de la legislación alimentaria, se crea la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria y se fijan procedimientos relativos a la seguridad alimentaria. Reglamento (CE) 178/2002. DOCE, de 1 de febrero de 2002.
- 3.-Ordóñez-Iriarte JM, Gómez ME, Sánchez JI, Fernández-Aguado C, López R, Ferrer JB El medio ambiente y su impacto sobre la salud: riesgos tradicionales, nuevos riesgos. Gaceta Sanitaria 2004;18 (Supl. 1):222-33
- 4.-Servicio de Epidemiología. Brotes epidémicos, año 2002. Boletín Epidemiológico de la Comunidad de Madrid. Abril 2003;9 (4)
- 5.-Frazier WC, Westhoff DC. Microbiología de los alimentos. 4<sup>a</sup> edición. Acribia;1993
- 6.-Opinion On Principles For The Development of Risk Assessment Of Microbiological Hazards Under The Hygiene Of Foddstuffs Directive 93/43/Eec (Expressed On 13 June 1997)
- 7.-Directiva 89/397/CEE del Consejo, de 14 de junio de 1989, relativa al control oficial de los productos alimenticios.
- 8.-Pascual Anderson MR, Calderón y Pascual V. Microbiología alimentaria. Metodología analítica para alimentos y bebidas. Madrid: Díaz de Santos; 1999.
- 9.-Real Decreto 3484/2000, de 29 de diciembre, por el que se establecen las normas de higiene para la elaboración, distribución y comercio de comidas preparadas. BOE de 12 de enero de 2001.

- 10.–Servicio de Vigilancia Epidemiológica. Centro Nacional de Epidemiología. Comentario epidemiológico de las Enfermedades de Declaración Obligatoria y Sistema de Información Microbiológica. España. Año 2002. Semana 26, año 2003;11(14):157-168
- 11.–Meirion R. Evans, C. Donald Ribeiro, Roland L. Salmon. Hazards of Healthy Living: Bottled Water and Salad Vegetables as Risk Factor for *Campylobacter* Infection. *Emerging Infectious Diseases*. 2003. Vol 9(10). Disponible en <http://www.cdc.gov/ncidod/eid/vol9no10/02-0823.htm>
- 12.–Center for Food Safety and Applied Nutrition (U.S. Department of Health and Human Services) and Food Safety and Inspection Service (U.S. Department of Agriculture). Quantitative Assessment of the Relative Risk to Public Health from Foodborne *Listeria monocytogenes* Among Selected Categories of Ready-to-Eat Foods. September 2003.
- 13.–Campos Díaz J, Rodríguez Álvarez C, Sierra López A, Arias Rodríguez Á. Estudio microbiológico de las comidas servidas en los comedores escolares de la isla de Tenerife. *Revista Española de Salud Pública* 2003; 77 (6): 749-760.
- 14.–Pérez-Silva García MC, Belmonte Cortés S, Martínez Corral J. Estudio microbiológico de los alimentos elaborados en comedores colectivos de alto riesgo. *Revista Española de Salud Pública*. 1998. Vol 72 (1): 67-75.
- 15.–Real Decreto 2817/1983, por el que se establece la Reglamentación Técnico Sanitaria para comedores colectivos. BOE núm. 270. de 11 de noviembre.
- 16.–Riba-Sicart M, Roig-Sagués A, Hernández-Herrero MM, Rodríguez-Jerez JJ, Mora-Ventana MT. Calidad higiénico-sanitaria de las ensaladas servidas en comedores universitarios. *Alimentaria* 1998; Noviembre: 63-5.
- 17.–Cepedano M, Celaya C, Ferrer B, et al. Guía para el diseño e implantación de un Sistema HACCP y sus prerrequisitos en las empresas alimentarias. Requisitos básicos en la Comunidad de Madrid. Documentos Técnicos de Salud Pública no. 79. Madrid: Instituto de Salud Pública, 2003.
- 18.–Antón A, Ameijeiras R. Toxiinfecciones alimentarias de origen bacteriano. Disponible en: [http://www.fundisa.org/articulos/microbiologia\\_alimentaria.pdf](http://www.fundisa.org/articulos/microbiologia_alimentaria.pdf).

# TRATAMIENTOS PARA LEGIONELLA: NUEVAS ALTERNATIVAS

## *NEW SOLUTIONS AGAINST LEGIONELLA*

Yolanda Vergara Larrayad, Avelina Bellostas Ara

OX-CTA, SL

### RESUMEN

OX-CTA en la búsqueda de alternativas para desinfección investiga y desarrolla productos eficaces y protocolos de aplicación correctos mejorando los ya utilizados e incluso ampliamente extendidos.

Según los resultados obtenidos los productos OX, basados en peróxidos son una buena alternativa para el tratamiento de *Legionella pneumophila* frente a la utilización del hipoclorito sódico ampliamente utilizado.

**PALABRAS CLAVE:** *Legionella*, peróxidos, cloro, actividad bactericida

### INTRODUCCIÓN

El desarrollo de la sociedad en cuanto a calidad de vida está en continua evolución, pero como todo tiene un precio, viene de la mano de nuevas preocupaciones desde el punto de vista de la salud humana.

Por ejemplo, la instalación del sistema de aire acondicionado consigue el confort óptimo para la climatización del edificio, pero ha de ser debidamente diseñado, instalado, mantenido y tratado RD/865 /2003, de 4 de julio, ya que en caso contrario puede ser una vía de asentamiento y dispersión de microorganismos. Partes de estas instalaciones son puntos críticos para el depósito de incrustaciones y adherencias que pueden favorecer la multiplicación de bacterias como *Legionella*.

En general, en todos ellos se pueden dar las condiciones de humedad y temperatura adecuadas para el desarrollo de agentes biológicos, facilitando un medio óptimo para el crecimiento de microorganismos, que posteriormente son dispersados por el propio sistema, a través del suministro de aire siempre formando aerosoles, por todo el edificio. El propio polvo medioambiental actúa como agente de transmisión de microorganismos.

Especialmente delicados son los equipos de transferencia agua-aire en los que se generan aerosoles y de ellos gotas de tamaño inferior a 5 µm que pueden vehicular *Legionella* y pueden penetrar en los pulmones y producir la enfermedad conocida con el nombre de legionelosis.

Para evitar el desarrollo de *Legionella pneumophila*, agente causal de esta infección, es de gran importancia el

### ABSTRACT

Searching for new solutions for disinfection OX-CTA researches and develops effective products and accurate application protocols improving those traditionally and widely spread.

According to the results OX products, based on peroxides, are a good solution to treat and prevent *Legionella pneumophila* in comparison with the widely used hypochlorite.

**KEY WORDS:** *Legionella*, peroxides, chlorine, bactericide activity

control de este tipo de instalaciones. De esta forma se detectará algún fallo precozmente, de modo que se realice un tratamiento eficaz para evitar su diseminación. Entre otros factores se debe tener en cuenta la desinfección del agua con un producto adecuado y eficaz.

En el siglo XVIII Carl Wilhem Scheele descubrió el cloro y unos años después Claude Berthelot lo mezcló con agua o con disolución de sosa para obtener el hipoclorito sódico que utilizó para desinfectar (Anotine Labarraque).

El cloro utilizado para tratamientos desinfectantes de agua ha salvado muchas vidas. No se le puede negar la importancia que esto ha supuesto a lo largo de la historia para controlar enfermedades infecciosas preocupantes en otros tiempos que se diseminan por el agua. Sin embargo, no por ser uno de los primeros desinfectantes debe ser considerado como el ideal para todas las condiciones que nos podemos encontrar.

Para controlar la contaminación es necesario aplicar las normas higiénico-sanitarias legisladas para las distintas instalaciones. La elección del modo de aplicación y del desinfectante que cumpla los criterios de eficacia frente a *Legionella* y seguridad para las personas puede resultar una labor complicada.

La evolución de la sociedad, con sus nuevas o viejas exigencias va cambiando. Estas exigencias abarcan diferentes sectores de la sociedad y de nuestra vida cotidiana y deben contribuir al desarrollo sostenible. Para conseguirlo a veces hay que evolucionar y cambiar, y lo que puede resultar más difícil, admitir cambios en cuestiones ancladas en el pasado.

**Correspondencia:** Yolanda Vergara Larrayad, Avd. Martínez de Velasco, 10-1ºE. 22005 HUESCA. Tfno. 974 21 41 24. FAX: 974 21 44 70. E-mail: departamentotecnico@oxcta.com

**Becas o ayudas:** Este estudio ha sido incluido dentro del Proyecto OTRI firmado con el Departamento de Microbiología de la Facultad de Medicina de la Universidad de Zaragoza (2002/03)

Por ejemplo, en temas de desinfección e higienización hay que conocer y tener en cuenta otras alternativas diferentes a la utilización del cloro.

## ANTECEDENTES Y FINALIDAD

OX-CTA en la búsqueda de alternativas para desinfección investiga y desarrolla productos eficaces y protocolos de aplicación correctos mejorando los ya utilizados y ampliamente extendidos.

Por ello, OX-CTA ha contado con la colaboración del Dpto. de Microbiología de la Universidad de Zaragoza para realizar los ensayos de eficacia *in vitro* frente a *Legionella pneumophila* de dos productos: uno etiquetado como hipoclorito sódico con 150-160gr/L de cloro activo, y otro cuyas sustancias activas son peróxidos (OX-AIRE TORRES DE REFRIGERACIÓN, nº de registro 02-100-02517 en el MSC).

A los desinfectantes que pueden utilizarse para el tratamiento de *Legionella pneumophila* en torres de refrigeración se les exige tener una autorización/registro por el Ministerio de Sanidad y Consumo (MSC), lo que se denomina coloquialmente "registro -100-". Para conseguir dicha autorización se ha de presentar un dossier completo cumpliendo los requisitos que se exigen, entre los que se incluye un informe con los resultados de un ensayo de eficacia concreto del formulado frente a *Legionella pneumophila* en unas condiciones determinadas por dicho Ministerio ([www.msc.es](http://www.msc.es)). Estas condiciones son las que se han ensayado en dicho laboratorio y de los que se presentan los resultados.

## MATERIAL Y MÉTODOS

### Cepas bacterianas:

*Legionella pneumophila* serogrupo 1, *Philadelphia* 6256

### Métodos:

#### 1. Determinación de concentración bactericida-tiempo de contacto.

##### Concentraciones probadas:

Producto OX nº de registro 02-100-02517: 1% (datos no se muestran); 0.5%; 0.25%; 0.125%; 0.06%; 0.03%; 0.015%

Hipoclorito sódico: 60, 30, 15, 7.5, 3.75, 1.9, 0.9, 0.4, 0.24, 0.12, 0.06 ppm de cloro activo

##### Medio de cultivo: BYE líquido.

##### Procedimiento:

Se prepararon tubos con un volumen final de 1950 ml de medio BYE con el desinfectante a la concentración adecuada. Cada uno de los tubos se inoculó con 50 ml de una suspensión del germen suficiente como para obtener una concentración final de 10<sup>8</sup> ufc/ml. La mezcla se incubó a 30°C.

De cada tubo se tomaron muestras de 10 ml a los siguientes tiempos de contacto: 0 minutos; 60 minutos y 24 horas.

Las muestras anteriores se diluyeron en 490 ml del mismo medio de cultivo (de esta forma se neutralizaron los desinfectantes por dilución) y de esta dilución se sembraron 100 ml en placas de BYCE agar.

Tras incubar las placas a 37°C, se controló su crecimiento a las 24-48-72 horas.

## NOTAS:

- El ensayo se ha realizado por duplicado en diferentes días.

- **Control:** Una muestra con caldo de cultivo para control del medio y una muestra con medio e inóculo como control de crecimiento.

- **Lectura:** Recuento de colonias

- El ensayo se ha llevado a cabo en dos condiciones:

a. Sin adición de sustancia interfiriente

b. Añadiendo al medio de cultivo líquido un 0,5 % de extracto de levaduras como sustancia interfiriente

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Producto OX nº de registro 02-100-02517

Los resultados obtenidos sin adición de sustancia interfiriente son iguales para 60 minutos y para 24 horas de contacto, observándose en ambos casos una ausencia total de crecimiento a una concentración de biocida de 0.03%.

Se ha demostrado de este producto su eficacia y rapidez de actuación para conseguir una reducción de las unidades formadoras de colonias (ufc) desde 10<sup>8</sup> a 0, en las siguientes condiciones: en ausencia y presencia de materia orgánica (extracto de levadura al 0.5%) durante 60 minutos de actuación y con baja concentración de producto (0.003% en presencia de materia orgánica).

### Hipoclorito sódico

Por el contrario cuando se probó con hipoclorito sódico a los 60 minutos la reducción no llega a ser cero después de 60 minutos ni en ausencia de materia orgánica.

De estos resultados se deduce que el hipoclorito sódico es bastante más lento de actuación que el producto OX, con este último en 1 hora ya hemos reducido la carga bacteriana a cero. Por lo tanto, el tratamiento con el producto OX es bastante más corto, con mínimas dosis de producto y es suficiente con la dosis inicial, sin necesidad de añadir más para conservar la concentración de desinfectante residual (como ocurre con el hipoclorito sódico)

Inmediatamente después del tratamiento de limpieza y desinfección o de choque con este producto, OX-CTA recomienda en continuo otro producto (OX-AIRE MANTENIMIENTO, nº registro 03-100-03193) cuya composición es una combinación sinérgica de dos sustancias activas (peróxido de hidrógeno y nitrato de plata) como tratamiento preventivo con el que se puede mantener una concentración de peróxido residual de 5 ppm, suficiente para controlar el desarrollo de *Legionella pneumophila*.

## CONCLUSIÓN

Según los resultados obtenidos los productos OX, basados en peróxidos son una buena alternativa para el tratamiento de *Legionella pneumophila* frente a la utilización del hipoclorito sódico ampliamente utilizado.

La alternativa que se propone, con número de registro 02-100-2517 y 03-100-03193, es de mayor utilidad y eficacia en caso de mantenimiento, limpieza, choque o incluso de brote de *Legionella* que el hipoclorito sódico:

Tiene actividad bactericida rápida frente a *Legionella pneumophila*

El tratamiento puede tener lugar en menos de 1 hora y sin adición complementaria de más producto

No forma productos indeseables como trihalometanos

Además la utilización de los peróxidos de OX-CTA ofrecen otras ventajas:

Elimina la biocapa

Evita incrustaciones

Son de fácil medición

Se pueden neutralizar por dilución con agua

## BIBLIOGRAFÍA

- 1.-Joklik WK, HP Willwt, DB Amos, CM Wilfert. Zinsser microbiología 20 ed. Buenos Aires: Medica Panamericana; 1996.
- 2.-Jornada científica: *Legionella* en centros sanitarios, dimensiones del problema y estrategias preventivas. Grupo de Estudio de la Legionelosis. Universidad Autónoma de Barcelona - Hospital Universitario Germans Trias i Pujol. Badalona; 2002.

- 3.-Leveau YV, M Bouix. Manual técnico de higiene, limpieza y desinfección. Madrid: AMV Ediciones y Mundi Prensa; 1999.
- 4.-FEGAN Formación. Mantenimiento higiénico-sanitario de instalaciones de riesgo frente a *Legionella*; 2004.
- 5.-Oficina Internacional de Epizootias (OIE). Desinfectantes: acciones y aplicaciones. Revue scientifique et technique, 14:1 y 2; 1995.
- 6.-Real Decreto 1054/2002, de 11 de octubre, por el que se regula el proceso de evaluación para el registro, autorización y comercialización de biocidas.
- 7.-Real Decreto 909/2001, de 27 de julio, por el que se establecen los criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la legionelosis.
- 8.-Real Decreto 865/2003, de 4 de julio, por el que se establecen los criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la legionelosis.
- 9.-Seymour S Block. Disinfection, sterilization, and preservation. 4 ed. Lea & Febiger, USA; 1991.
- 10.-[www.msc.es](http://www.msc.es).

# RESISTENCIAS A ANTIBIÓTICOS EN LISTERIA MONOCYTOGENES Y SALMONELLA ENTERICA AISLADOS DE ALIMENTOS DE ORIGEN ANIMAL

## ANTIBIOTIC RESISTANCES IN LISTERIA MONOCYTOGENES AND SALMONELLA ENTERICA ISOLATED FROM FOODS WITH ANIMAL ORIGIN

Baltasar Balsalobre Hernández, Joaquín Hernández-Godoy

Centro de Salud Pública de Utiel. c/ Escuelas Pías s/n 46300-Utiel (Valencia)

### RESUMEN

El uso extensivo de antibióticos para la salud humana y animal así como para mejorar la producción ganadera ha generado un gran número de cepas microbianas resistentes a antibióticos de uso común. Es bien conocida la difusión de resistencias a través de la terapéutica humana y animal, pero desconocemos en qué medida los alimentos de origen animal destinados a consumo humano son portadores de resistencias.

En este trabajo, se investigó la sensibilidad a diecinueve antibióticos de cepas de *Listeria monocytogenes* y *Salmonella enterica* aisladas de diferentes alimentos de origen animal, como son carnes frescas, hamburguesas, salchichas y chorizos frescos, jamón cocido y huevos frescos, utilizando la técnica de difusión en placa.

Las cepas de *L. monocytogenes* fueron muy sensibles a todos los antibióticos utilizados, con la única excepción de una cepa resistente a la tetraciclina. En cambio, en *S. enterica* la presencia de resistencias es muy frecuente siendo común la multi-resistencia. La mayor frecuencia de resistencias fue frente a tetraciclina, estreptomycin, ácido nalidíxico, ticarcilina, ampicilina y cloramfenicol. El veinte por ciento de las cepas mostraron resistencia a 4 o más antibióticos. Por serotipos, el mayor número de resistencias se dio en las salmonellas de serotipo 4,5,12:i-, Hadar, Typhimurium y Virchow.

Se concluye que *Salmonella enterica* aislada de alimentos de origen animal destinados a consumo humano es un microorganismo portador de frecuentes resistencias. El significado de esta observación y su potencial riesgo para la salud debe ser investigado. En el caso de *L. monocytogenes*, la presencia de resistencia no es significativa.

**PALABRAS CLAVE:** resistencias, antibióticos, alimentos.

### ABSTRACT

Extensive use of antibiotics in both human and animal health and in cattle production has generated resistant microorganisms to common antibiotics. Resistances spread caused by human and animal therapeutic is well known, but we know poorly frequency of resistant bacteria in foods with animal origin and destined to human consumers. In this paper, sensitivity to nineteen antibiotics was investigated in *Listeria monocytogenes* and *Salmonella enterica* strains isolated from foods with animal origin, including fresh meat, hamburgers, fresh sausages, boiled ham and new-laid chicken eggs. The plate diffusion method of Bauer-Kirby was used.

*Listeria monocytogenes* strains showed a very high sensitivity to all antibiotics checked, with the exception of one strain tetracycline resistant. In contrast, *Salmonella enterica* showed a high frequency of resistances, in special to tetracycline, streptomycin, nalidixic acid, ticarcillin, ampicillin and chloramphenicol. Moreover, multi-resistance was a common phenomenon. Twenty percent of *S. enterica* strains were resistant to four or more antibiotics. Frequency of resistances was higher in 4,5,12:i-, Hadar, Typhimurium and Virchow serotypes.

In conclusion, *Salmonella enterica* strains isolated from foods with animal origin and destined to human consumers are usually resistant to several antibiotics. The significance of this observation and its potential health risk must be investigated.

**KEY WORDS:** resistances, antibiotics, foods.

## INTRODUCCIÓN

El uso creciente de antibióticos para la salud humana y animal, así como para la producción ganadera, ha sido acompañando del desarrollo de mecanismos de evasión por parte de microorganismos anteriormente sensibles. De este modo, desde los años 50 hasta la actualidad no han cesado de crecer las descripciones de microorganismos que han adquirido alguna forma de resistencia contra uno o más antibióticos. Inicialmente se monitorizó la evolución de las resistencias a antimicrobianos en los aislamientos originados en la clínica humana y posteriormente se dio gran importancia a la necesidad de la monitorización en los aislamientos de origen animal<sup>1-3</sup>.

Se ha prestado escasa atención a la presencia de gérmenes resistentes en los alimentos destinados a consumo humano, especialmente en los de origen animal y que presumiblemente pueden ser portadores de resistencias. Muchos de los microorganismos ingeridos con los alimentos pueden ocasionar enfermedades con carácter oportunista si se dan las circunstancias apropiadas. Así, *Salmonella enterica* es una de las causas más importantes de toxiinfección alimentaria y *Listeria monocytogenes* puede ocasionar la listeriosis, además de otras enfermedades menos frecuentes.

El hecho de que ambas bacterias pudieran ser portadores frecuentes de resistencias a antibióticos podría tener importantes implicaciones para la salud humana y animal. Por una parte podría dificultar la terapia antibiótica en aquellos casos en que pudiera ser necesaria, pero además podrían contribuir de forma importante a la difusión de resistencias dada la capacidad de ambos gérmenes para intercambiar material genético con otros gérmenes habituales del intestino humano y animal.

Este trabajo pretende determinar la frecuencia de resistencias a antibióticos de uso común en microorganismos potencialmente patógenos que se aíslan con cierta frecuencia de alimentos de origen animal de nuestro medio, tomando como indicadores a *Listeria monocytogenes* y *Salmonella enterica*.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Se investiga la sensibilidad a antibióticos de 30 aislamientos de *Listeria monocytogenes* y 35 de *Salmonella enterica* obtenidos a partir de alimentos de origen animal destinados a consumo humano, y que fueron tomados entre los años 1998 y 2003 dentro del Programa de Vigilancia Sanitaria de Alimentos, de la Dirección General de Salud Pública (Generalitat Valenciana) en las áreas de salud 06, 07 y 08, pertenecientes a la provincia de Valencia. Todas las cepas de *Listeria* y 28 cepas de *Salmonella* se aislaron de carnes frescas y productos cárnicos (salchichas frescas, chorizos frescos, hamburguesas, albóndigas, jamón cocido). Las siete cepas de *Salmonella* restantes se aislaron de huevos frescos.

Para el estudio se ensayaron 19 antibióticos (BioMèrieux) de uso frecuente mediante la técnica de difusión de Kirby-Bauer<sup>4</sup>; los antibióticos y las concentraciones ensayadas fueron: ácido nalidíxico (NA) 30 µg, amikacina (AN) 30 µg, amoxicilina-clavulánico (AMC) 30 µg, ampicilina (AM) 10 µg, cefalotina (CF) 30 µg, ciprofloxacina (CIP) 5 µg, cloramfenicol (C) 30 µg, colistina (CL) 50 µg, eritromicina (E) 15 µg, estreptomina (S) 10 µg, gentamicina (GM) 10 µg, kanamicina (K) 30 µg, nitrofurantoína (FM) 300 µg, penicilina G (P) 10 µg, tetraciclina (TE) 30 µg, ticarcilina (TIC) 75 µg, tobramicina (NN) 10 µg, trimetropina-sulfometoxazol (SXT) 1.25+23.75 µg y vancomicina (VA) 30 µg.

No todos los antibióticos se ensayaron con ambos microorganismos; así, colistina y ácido nalidíxico solo se ensayaron en *Salmonella* ya que el género *Listeria* es poco o nada sensible a ellos, mientras que penicilina G, eritromicina y vancomicina solo se ensayaron en *Listeria* y no en *Salmonella* al ser poco eficaces en gram negativos.

Los diámetros en mm obtenidos en los ensayos se compararon con los valores de referencia reconocidos por la NCCLS<sup>5-6</sup>. En el control de calidad se utilizó la cepa de *Escherichia coli* CECT 434, equivalente a la ATCC 25922. El serotipo de las cepas de *Salmonella* fue determinado en el Laboratorio de Enterobacteriáceas, del Instituto de Salud Carlos III.

## RESULTADOS

Las resistencias detectadas se recogen en la Tabla 1. Las cepas de *Listeria monocytogenes* resultaron muy sensibles a todos los antibióticos considerados; excepcionalmente, una cepa fue resistente a la tetraciclina.

Tabla 1.- Número y porcentaje de cepas resistentes por antibiótico

	<i>Listeria monocytogenes</i>	<i>Salmonella enterica</i>
Ácido nalidíxico 30 µg	—	13 (37.1 %)
Amikacina 30 µg	0	0
Amoxicilina-clavulánico 30 µg	0	0
Ampicilina 10 µg	0	10 (28.6 %)
Cefalotina 30 µg	0	1 (2.8 %)
Ciprofloxacina 5 µg	0	0
Cloramfenicol 30 µg	0	6 (17.1 %)
Colistina 50 µg	—	0
Eritromicina 15 µg	0	—
Estreptomina 10 µg	0	13 (37.1 %)
Gentamicina 10 µg	0	1 (2.8 %)
Kanamicina 30 µg	0	0
Nitrofurantoína 300 µg	0	2 (5.7 %)
Penicilina G 10 µg	0	—

	<i>Listeria monocytogenes</i>	<i>Salmonella enterica</i>
Tetraciclina 30 µg	1 (3.3 %)	20 (57.1 %)
Ticarcilina 75 µg	0	11 (31.4 %)
Tobramicina 10 µg	0	1 (2.8 %)
Trimetropina-sulfometoxazol	0	2 (5.7 %)
1.25+23.75 µg		
Vancomicina 30 µg	0	

Por el contrario, *Salmonella enterica* presentó un amplio abanico de resistencias. Según se desprende de la tabla 1, las resistencias más frecuentes fueron, por este orden: tetraciclina, estreptomina, ácido nalidíxico, ticarcilina, ampicilina, y cloramfenicol, siendo las restantes menos frecuentes. La Tabla 2 muestra el perfil de resistencias de los aislamientos de *Salmonella*, así como el serotipo y el alimento de origen. Solo cuatro de los aisla-

mientos de *Salmonella* (el 11.3 % de las cepas) fueron sensibles a todos los antibióticos considerados en este estudio, y trece aislamientos presentaron una única resistencia (37.1%). Los 18 aislamientos restantes (51.4%) fueron resistentes a dos o más antibióticos, y 7 de ellos (20 %) a 4 o más antibióticos, pudiendo detectarse hasta ocho resistencias simultáneas.

**Tabla 2.- Características de las cepas de *Salmonella* estudiadas. Se expresa serotipo, alimento de origen y perfil de resistencias.**

Cepa	Serotipo	Alimento	Perfil de resistencias
1	Typhimurium	Pollo fresco	Te
2	Anatum	Cerdo fresco	—
3	4,5,12:i-	Cerdo fresco	C-S-Te
4	Typhimurium	Longaniza fresca	—
5	Typhimurium	Cerdo fresco	C-S-Te
6	Typhimurium	Chorizo fresco	Am-C-S-Te-Tic
7	Typhimurium	Cerdo fresco	Am-C-S-Te-Tic
8	Infantis	Huevo fresco	S
9	Hadar	Pollo fresco	S-Na-Te
10	Bredeney	Cerdo fresco	—
11	4,5,12:i-	Longaniza fresca	Am-S-Te-Tic
12	Hadar	Pollo fresco	S-Na-Te
13	Typhimurium	Pollo fresco	S-Na-Fm
14	Enteritidis	Huevo fresco	Na
15	4,5,12:i-	Albóndigas de cerdo	Am-C-S-Gm-Te-Tic-Nn-Stx
16	Newport	Salchicha fresca	Te
17	Hadar	Pollo fresco	Am-Cf-S-Na-Te-Tic
18	Virchow	Salchicha fresca	Am-S-Te-Tic
19	Enteritidis	Huevo fresco	Na
20	Enteritidis	Pollo fresco	Na
21	Anatum	Hamburguesa de pollo	Na
22	Kottbus	Pollo fresco	Na
23	Typhimurium	Chorizo fresco	Te
24	Typhimurium	Hamburguesa de cerdo	Am-C-Fm-Te-Tic
25	Enteritidis	Huevo fresco	Na
26	Hadar	Hamburguesa de cerdo	S-Na-Te
27	Braenderup	Huevo fresco	Am-K-Tic
28	Enteritidis	Huevo fresco	—
29	Anatum	Cerdo fresco	Te-Tic-Sxt
30	Enteritidis	Huevo fresco	Am-Tic
31	Derby	Albóndigas de cerdo	Na-Te
32	Rissen	Jamón cocido	Te
33	Rissen	Pollo fresco	Te
34	Typhimurium	Cerdo fresco	Am-Te-Tic
35	Enteritidis	Salchicha fresca	Na

No se pudo encontrar ninguna asociación entre los tipos de resistencias y los serotipos. Los serotipos que presentan un número más elevado de resistencias son 4,5,12:i- y Hadar, seguidos de Typhimurium y Virchow.

Tampoco existen asociaciones claras entre tipo de resistencia y tipo de alimentos, aunque la resistencia al ácido nalidíxico resulta mucho más frecuente en los productos relacionados con las aves. Así, de las trece cepas resistentes a este antibiótico, diez se aislaron en carne fresca de pollo, hamburguesa de pollo o huevos frescos.

## DISCUSIÓN

Los perfiles de resistencias observados difieren mucho entre los dos microorganismos. Así, *Listeria monocytogenes* aparece como un microorganismo muy sensible a los antibióticos considerados y en el que la resistencia a antibióticos es un fenómeno aislado y ocasional. En cambio, en *Salmonella enterica* la resistencia a antibióticos es un fenómeno muy frecuente, siendo la multi-resistencia un hecho habitual.

En las cepas de *L.monocytogenes* de este estudio, la baja frecuencia de resistencias y la aparición de un caso aislado de resistencia a la tetraciclina, son hallazgos similares a los obtenidos por otros investigadores en otros países <sup>7</sup> y no constituye un riesgo para la salud pública en el aspecto estudiado. No obstante, algunos investigadores han sugerido que esta situación podría cambiar con el tiempo debido a que otras especies de *Listeria* como *L.innocua*, que con mucha frecuencia está presente en carnes y productos cárnicos, presentan ya frecuentes resistencias pudiendo existir transferencia de información genética de una especie a otra a través de diversos mecanismos, transferencia que se han demostrado *in vitro* para la estreptomina, eritromicina y cloramfenicol <sup>8,9</sup>. También hay que añadir que *Listeria* puede adquirir resistencias a partir de otros géneros bacterianos con los que está poco emparentados, como *Enterococcus* y *Streptococcus*, y que son frecuentes portadores de resistencias, sobre todo a la tetraciclina <sup>10-14</sup>.

Más compleja es la situación en *Salmonella*. De los resultados se desprende que este microorganismo es un portador habitual de resistencias y pocas veces carece de ellas. La resistencia a algunos antibióticos de amplio espectro aparece en nuestro estudio con porcentajes mayores que los descritos con anterioridad en alimentos en nuestro país, principalmente respecto a la estreptomina, ampicilina y tetraciclina <sup>15</sup>.

La distribución de resistencias puede tener importantes diferencias geográficas dependiendo probablemente de los hábitos locales en el uso de antibióticos. Así, el análisis de las salmonelas aisladas de carne de pollo en otros países mediterráneos reveló que la resistencia más frecuente se dio frente a la nitrofurantoína, resistencia muy poco frecuente en nuestro estudio, y a continuación frente a ampicilina y ticarcilina; por el contrario, las resistencias frente a estreptomina, tetraciclina y ácido nalidíxico fueron muy poco frecuentes <sup>16</sup>.

Uno de los problemas que podría derivarse de la carga de resistencias es la posibilidad de que dificulten un tratamiento en caso de que sea necesario. La salmonelosis generalmente no requiere tratamiento antibiótico, pero cuando éste es necesario se han utilizado antimicrobianos tales como ampicilina, cloramfenicol y trimetropina-sulfometoxazol. Nuestro estudio revela frecuentes

resistencias, especialmente en el caso de la ampicilina, resistencia que está presente en la tercera parte de las cepas de *Salmonella*.

En relación con la resistencia a trimetropina-sulfometoxazol es de destacar que, en nuestro país, el aislamiento de cepas portadoras de esta resistencia en muestras no clínicas fue asociado hace años a cepas de *Salmonella* obtenidas de aguas contaminadas pero no se pudo observar en muestras de alimentos <sup>15</sup>. En nuestro caso la situación es diferente y aunque la frecuencia es baja, puede detectarse esta resistencia en dos cepas aisladas de productos preparados a partir de carne picada de cerdo (albóndigas y hamburguesa); en ambos casos se trató de cepas portadoras de un número muy elevado de resistencias.

Los resultados difieren entre sí en las dos quinolonas consideradas en el estudio: ciprofloxacina y ácido nalidíxico. La elevada frecuencia con que se detectan resistencias a éste último en los alimentos derivados del pollo sugiere una posible relación con la alta medicación a que se somete a estas aves, circunstancia no suficientemente investigada. En cambio, no se observan resistencias frente a la ciprofloxacina, una fluoroquinolona cuyo uso no está autorizado para uso animal en Europa. El uso generalizado de la enrofloxacin, antibiótico autorizado para uso animal con estructura y funcionalidad similar a la ciprofloxacina, lleva a algunos autores a advertir que en el futuro podrán aparecer resistencias a la ciprofloxacina ya que, se ha demostrado, es capaz de inducir esta resistencia en algunas bacterias <sup>17</sup>.

La importancia del uso animal de las quinolonas en el desarrollo de resistencias por diversos microorganismos, incluyendo *Campylobacter* y *Salmonella*, ha sido reconocida en un informe de la Organización Mundial de la Salud <sup>18</sup>. El mismo informe revela la tendencia a la resistencia cruzada entre las quinolonas, lo que facilitaría la aparición de nuevas resistencias.

Por serotipos, *S.typhimurium* es el que más se cita como el serotipo patógeno que frecuentemente presenta resistencia a múltiples fármacos <sup>19</sup>, hecho que se observa tanto en Europa <sup>20</sup> como en América <sup>21-22</sup>. Como muestra el presente estudio, *S.typhimurium* es frecuente portadora de multi-resistencia en nuestro entorno, pero otros serotipos también patógenos presentaron un mayor grado de resistencia a fármacos, destacando 4,5,12:i- y *S.hadar*. Por el contrario, el serotipo *Enteritidis*, que es el que con más frecuencia ocasiona brotes de toxiinfección alimentaria, resultó muy sensible a casi todos los antibióticos excepto al ácido nalidíxico y, en un único caso, a la ampicilina y la ticarcilina.

No se conoce con certeza la cantidad de antibiótico utilizado en ganadería y agricultura, aunque se supone que en algunos países podría alcanzar hasta el 50% de antibióticos consumidos en el país <sup>23</sup>. Estos antibióticos se utilizan con fines terapéuticos y profilácticos, pero también complementando a los piensos como promotores del crecimiento en todo tipo de animales; esta última circunstancia puede ser de gran importancia en la generación de resistencias ya que se utilizan en dosis subterapéuticas.

La Organización Mundial de la Salud recomienda una mayor formación y educación para ganaderos y veterinarios para contrarrestar la generación de resistencias así como un endurecimiento de la legislación al respecto. También recomienda que el uso de antibióticos como promotores del crecimiento solo se autorice si no se usan

en terapéutica humana ni pueden dar reacción cruzada con los que sí se utilizan.

Otra posible consecuencia de la elevada frecuencia de resistencias en *Salmonella* es la propagación a otros gérmenes patógenos u oportunistas presentes en alimentos o en el intestino humano. Aunque esta transferencia de resistencias ocurre muy fácilmente *in vitro*, no está claro en qué medida ocurre *in vivo* existiendo escasas evidencias que han sido obtenidas en otras enterobacterias<sup>24</sup>.

En resumen, el estudio concluye que *Salmonella entérica* aislada de alimentos de origen animal destinados al consumo humano es habitualmente portadora de resistencias a antibióticos. Las controversias existentes en este tema y la posibilidad de que en el futuro este hecho pudiera constituir un problema de salud pública apoyan la necesidad de profundizar en su estudio.

## BIBLIOGRAFIA

- 1.-Caprioli A, Busani L, Martel JL, Helmuth R. Monitoring of antibiotic resistance in bacteria of animal origin: epidemiological and microbiological methodologies. *Int J Antimicrob Agents* 2000; 14: 295-301.
- 2.-Wray C, Gnanou JC. Antibiotic resistance monitoring in bacteria of animal origin: analysis of national monitoring programmes. *Int J Antimicrob Agents* 2000; 14: 291-294.
- 3.-Moreno MA, Domínguez L, Teshager T, Herrero IA, Concepción M. Antibiotic resistance monitoring: the Spanish programme. *Int J Antimicrob Agents* 2000; 14: 285-290.
- 4.-Bauer AW, Kirby WMW, Sherris JC and Turck M. Antibiotic susceptibility testing by a standardized single disk method. *Am J Clin Pathol* 1966; 45:493-496.
- 5.-National Committee for Clinical Laboratory Standards. Performance standard for antimicrobial disk and dilution tests for bacteria isolated from animals; approved standard. NCCLS document M 31-A 1999; 19(11).
- 6.-National Committee for Clinical Laboratory Standards. Performance standard for antimicrobial susceptibility testing; ninth informational supplement. NCCLS document M 100-S9 1999; 19(1).
- 7.-Walsh D, Duffy G, Sheridan JJ, Blair IS and McDowell DA. Antibiotic resistance among *Listeria*, including *Listeria monocytogenes*, in retail foods. *J Appl Microbiol* 2001; 90:517-522.
- 8.-Vicente MF, Baquero F and Peres-Díaz JC. Conjugative acquisition and expression of antibiotic resistance determinants in *Listeria* spp. *J Antimicrob Chemother* 1988; 21:309-318.
- 9.-Roberts MC, Facinelli B, Giovanetti E and Varaldo PE. Transferable erythromycin resistance in *Listeria* spp. isolated from food. *Appl Environ Microbiol* 1996; 62:269-270.
- 10.-Poyart-Salmeron C, Trieu-Cuot P, Carlier C, MacGowan A, McLaughlin J and Courvalin P. Genetic basis of tetracycline resistance in clinical isolates of *Listeria monocytogenes*. *Antimicrob Agents Chemother* 1992; 35:463-466.
- 11.-Speer BS, Shoemaker NB and Salyers AA. Bacterial resistance to tetracycline: mechanisms, transfer and clinical significance. *Clin Microbiol Rev* 1992; 5:387-399.
- 12.-Charpentier E, Gerbaud G and Courvalin P. Presence of the *Listeria* tetracycline resistance gene *tet(S)* in *Enterococcus faecalis*. *Antimicrob Agents Chemother* 1994; 38:2330-2335.
- 13.-Charpentier E and Courvalin P. Antibiotic resistance in *Listeria* spp. *Antimicrob Agents Chemother* 1999; 43(9):2103-2108.
- 14.-Poyart-Salmeron C, Carlier C, Trieu-Cuot P, Courtieu AL and Courvalin P. Transferable plasmid-mediated antibiotic resistance in *Listeria monocytogenes*. *Lancet* 1990; 335:1422-1426.
- 15.-Luque A, Moriñigo MA, Rodríguez-Avial C, Picazo JJ and Borrero JJ. Resistencias a antimicrobianos y presencia de plásmidos en cepas de *Salmonella* aisladas de diferentes orígenes. *Enferm Infecc Microbiol Clin* 1994; 12:187-192.
- 16.-Arvanitidou M, Tsakris A, Sofianou D and Katsouyannopoulos V. Antimicrobial resistance and R - factor transfer of salmonellae from chicken in Greek hospitals. *Int J Food Microbiol* 1998; 40:197-201.
- 17.-Jacobs-Reitsma WF, Kan CA, Bolder NM. The induction of quinolone resistance in *Campylobacter* bacteria in broilers by quinolone treatment. *Lett Appl Microb* 1994; 19(4):228-231.
- 18.-World Health Organization. Use of quinolones in food animals and potential impact on human health. Report WHO/EMC/ZDI/98.10
- 19.-Rabsch W, Tschäpe H and Bäumlner AJ. Non-typhoidal salmonellosis: emerging problems. *Microbes Infection* 2001; 237-247.
- 20.-Threlfall EJ, Frost JA, Ward LR, Rowe B. Epidemic in cattle and humans of *Salmonella typhimurium* DT104 with chromosomally integrated multiple drug resistance. *Vet Rec* 1994;134:577
- 21.-Cohen ML, Tauxe RV. Drug-resistant *Salmonella* in the United States: an epidemiologic perspective. *Science* 1986; 234: 964-969.
- 22.-Glynn MK, Bopp C, Dewitt W, Dabney P, Mokhtar M, Angulo FJ. Emergence of multidrug-resistant *Salmonella enterica* serotype *typhimurium* DT104 infections in the United States. *N Engl J Med* 1998; 338: 1333-1338.
- 23.-World Health Organization. The medical impact of antimicrobial use in food animals. WHO/EMC/ZOO/97.4
- 24.-Levy SB, Fitzgerald GB, Maccone AB. Spread of antibiotic resistance plasmids from chicken to chicken and chicken to man. *Nature* 1976; 260:40-42.

# APLICACIÓN DEL MÉTODO SISTÉMICO MULTIVARIADO A LA DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD AMBIENTAL DEL ESTUARIO DE LA RÍA DE HUELVA

## *APPLICATION OF THE MULTIVARIATED SYSTEMIC METHOD TO THE DETERMINATION OF THE ENVIRONMENTAL QUALITY OF THE ESTUARY OF RIA OF HUELVA*

Ricardo Arribas de Paz<sup>1</sup> y Carlos Ruiz-Frutos<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Ingeniería de Diseño y Proyectos. Universidad de Huelva

<sup>2</sup> Departamento de Biología Ambiental y Salud Pública. Universidad de Huelva

### RESUMEN

El estuario de la Ría de Huelva, reconocido como Reserva de la Biosfera por la UNESCO, se ve afectado por vertidos de diversa procedencia. Se ha utilizado el Método Sistemático Multivariado (MSM), aplicado con anterioridad a obras portuarias o en economía, para caracterizar al estuario en términos de riesgo y fiabilidad ambiental. Tras determinar las variables que intervienen y describir los mecanismos de actuación de los tóxicos, estos se han clasificado en cancerígenos y no cancerígenos. Se han usado criterios definidos por la Environmental Protection Agency (EPA-EEUU), la "dosis de referencia" para los no cancerígenos, el "factor de caída" para los cancerígenos, fijándose los "componentes de fallo". Se ha analizado la fiabilidad del sistema y la de cada componente con la que debería tener el sistema "Ría de Huelva", siguiendo la metodología MSM sobre determinación de la fiabilidad admisible de un sistema de diseño. La fiabilidad del sistema es despreciable para las condiciones fisiológicas de los peces estudiados, significando que determinadas especies están condenadas a su extinción o a su ausencia del paraje. Se ha visto la aplicabilidad del MSM a la caracterización del estado ambiental de determinados factores ambientales y ecosistemas. También se ha podido constatar la precaria situación de las especies piscícolas en la Ría de Huelva y la importancia del efecto sinergia en el modelo propuesto sobre el efecto que sufren las poblaciones afectadas, frente al modelo aditivo usado habitualmente por la EPA.

**PALABRAS CLAVE:** Análisis multivariado, componente de fallo, dosis de riesgo, dosis de referencia, salud ambiental.

### ABSTRACT

The estuary of Ría of Huelva, recognized like Reserve of the Biosphere by UNESCO, is affected by spills of diverse origin. The method Sistemático Multivariado (MSM), applied prior to harbor works or in economy, has been used to characterize the estuary in risk terms and environmental reliability. After determining the variables that take part and to describe the mechanisms of performance of toxics, these have been classified in cancerigenic and noncancerigenic. Criteria defined by Environmental Protection Agency have been used (EPA-EEUU), the "dose of reference" for the noncancerigenic ones, the "factor of fall" for the cancerigenic ones, paying attention to the "components of failure". The reliability of the system has been analyzed and the one of each component, with which it must have the system "Ría of Huelva", following methodology MSM on determination of the permissible reliability of a design system. The reliability of the system is despicable for the physiological conditions of the studied fish, meaning that determined species are condemned to their extinction or its absence of the place. One has seen the applicability of the MSM the characterization of the environmental state of certain environmental factors and ecosystems. Also it has been possible to state the precarious situation of the piscícolas species in Ría of Huelva and the importance of the synergic effect, in the model proposed, on the conditions that undergo the affected populations, in front of the model additive used habitually by the EPA.

**KEY WORDS:** Multivaried analysis, component of failure, dose of risk, reference dose, environmental health.

## INTRODUCCIÓN

El estuario formado por las desembocaduras de los ríos Tinto y Odiel, en la provincia de Huelva, conforma un paraje con destacados valores paisajísticos, naturales, ecológicos y socioeconómicos. Dentro de él se encuentran las Marismas del Odiel, declaradas Reserva de la Biosfera por la UNESCO el año 1983. Estas zonas soportan la presión del entorno urbano industrial de la próxima ciudad de Huelva.

Los métodos aplicados para evaluar la calidad ambiental pueden dividirse históricamente en tres etapas. Una primera etapa artesanal, intuitiva, basada en la experiencia secular, sin recurrir a modelo matemático alguno. Una segunda etapa, que se inicia en el siglo XIX, aplicando algún modelo matemático más o menos sofisticado.

Al iniciarse la segunda mitad del presente siglo, se introducen los métodos estadísticos, fundamentalmente aplicados a variables relacionadas con fenómenos naturales. En esta tercera etapa dichos métodos se aplican con prontitud al dimensionamiento de obras marítimas, en las que una variable es considerada como principal y a ella se le asigna un carácter aleatorio, considerándose al resto de las variables como deterministas. Estos métodos son los llamados "univariados". Aún suponiendo un importante avance sobre los métodos deterministas, rara vez las construcciones, o los sistemas en general, son función de una única variable, o constan de un solo elemento. En general, cualquier realización o realidad está formada por una pluralidad de elementos y sometida a una diversidad de acciones. Muchas de estas acciones y de aquellos elementos tendrán un carácter aleatorio. El conjunto de ambos, acciones y elementos, forman los correspondientes sistemas de estabilidad, funcionalidad, ecosistemas, etc. Para el estudio de los sistemas aleatorios multivariados de diseño, Bores (1977) propuso el Método Sistemático Multivariado (MSM), inicialmente desarrollado para el diseño de las obras marítimas, puede también aplicarse a otros campos y disciplinas como la economía o la ingeniería ambiental.<sup>1</sup>

Aunque los conceptos de vulnerabilidad y de riesgo no multicomponente ni multivariado pueden ser interesantes desde un punto de vista fenomenológico y aplicarse a análisis de factibilidad, anteproyectos, etc., consideramos que la determinación de la fiabilidad del sistema, en el que se encuentran presentes todos los componentes del sistema y todas las variables de los componentes, aplicados de acuerdo con las especificaciones de diseño, permite, con el nivel tecnológico que hoy requieren los proyectos, la realización de los indispensables estudios económicos, de sensibilidad, de riesgo o de decisión. En suma, la aplicación del MSM al dimensionamiento de los sistemas de diseño, puede considerarse como una cuarta etapa. En nuestro trabajo nos centramos en ver su aplicación a la fiabilidad de un sistema de calidad ambiental.

### Planteamiento general

"Todos los sistemas se fabrican, funcionan, trabajan, para realizar una cierta función, cumplir con una determinada misión, o mantener un determinado activo. En consecuencia deben mantener su integridad física, funcional, representativa, durante su vida previsible útil, o de servicio, con una fiabilidad determinada. Esta fiabilidad determinada es la que denominamos **fiabilidad admisible**."<sup>1</sup> En

general cada componente de fallo de un sistema de diseño es función de varias variables exógenas, dependientes del entorno, y de varias variables endógenas, dependientes del propio sistema. En ambos casos dichas variables pueden ser simples o compuestas, deterministas o aleatorias. Los componentes de fallo de los sistemas de diseño pueden ser de dos tipos: intrínseco y extrínseco y como componentes de fallo extrínseco consideraremos los fallos referentes a la relación del sistema con su entorno físico, cultural, social, etc. En el caso considerado consideraremos tres clases de fallo de componentes extrínsecos de los sistemas: ambiental o ecológico, económico o financiero y estético<sup>1</sup>.

*Fallo ambiental:* son las alteraciones producidas en el ecosistema del estuario que tienen una importancia acusada sobre la calidad ambiental del entorno y la afección producida en un determinado paraje tiene repercusiones sobre otros parajes, físicamente separados del estudiado en concreto. *Fallo económico:* son las repercusiones que sobre el turismo, la actividad pesquera, y toda su industria asociada, tiene el fallo del sistema, repercusiones que aunque evidentes, son de difícil evaluación. *Fallo estético:* el sistema que estamos analizando tiene unas características que le hacen singular y privilegiado, por lo que su belleza la consideramos como una variable importante.

En ingeniería civil son numerosos los ejemplos de realizaciones en las que, por sus características, magnitud, linealidad, etc., algunos de sus elementos están formados por una serie de subelementos o piezas. Esta característica que es frecuente en obras lineales, se da también, curiosamente, en algunos sistemas naturales, como los bancos de peces, las plantaciones de árboles de la misma especie, o incluso los sectores de población humana con unos hábitos de vida similares. En estos sistemas, el fallo del componente formado por múltiples elementos dependerá del fallo de un número determinado de elementos. Así, en el ejemplo más simple de elementos múltiples, una cadena, el fallo del componente estará determinado por el de uno solo de sus elementos. En el caso de una población de seres vivos, el fallo del componente se producirá cuando falle una fracción "f" de dichos elementos múltiples. Naturalmente, esa fracción variará en función de la importancia de la población considerada. La fracción "f" será muchísimo menor cuando se trate de una población humana que cuando estudiemos una plantación de una especie de árboles. En general, podemos decir que la probabilidad de presentación del fallo de un componente múltiple formado por "n" elementos es:  $P = (1/2) * (1/n)^n$

En donde: n = n° de elementos del componente y f = fracción de elementos con fallo que provoca el fallo del componente.

Consideraremos como sistema de diseño, objeto de este estudio, el conjunto de comunidades biológicas que habitan permanente o transitoriamente en el estuario de la Ría de Huelva. El fallo de dicho sistema se producirá cuando una o varias de dichas comunidades sufran una afección determinada. Dicha afección será causada por la presencia de compuestos químicos en las aguas estuarias por encima de unas concentraciones límites que posteriormente se analizarán.

Las acciones tóxicas se clasifican por sus consecuencias en dos categorías: las que producen efectos no cancerígenos y las que producen efectos cancerígenos. En función de ello, y según la terminología del MSM, consideraremos dos componentes de fallo: **sustancias no cance-**

**rígenas y sustancias cancerígenas.** Las sustancias no cancerígenas incluyen, literalmente, todas aquellas sustancias que inducen efectos tóxicos distintos a la aparición de tumores<sup>2</sup>. La definición del nivel de toxicidad que corresponde a las sustancias químicas no cancerígenas está basada en el concepto de umbral. Solamente se producirán consecuencias de tipo tóxico cuando un fragmento significativo del órgano de destino haya sido afectado por la acción tóxica, es decir, cuando la dosis sobrepase un nivel umbral específico, es decir el **umbral de afección**. El valor umbral de una sustancia tóxica sobre el ser humano no puede ser determinado con gran precisión. Puede estimarse únicamente en base a estudios epidemiológicos o a experiencias con animales. En la práctica, el control de peligrosidad se basa en experiencias con animales, en los que se intenta establecer la dosis más alta de inocuidad, lo que se denomina el "nivel de efectos no observables" (NENO de la EPA). Al centrarse en general el interés en las consecuencias tóxicas significativas, se emplea a menudo el "nivel de efectos adversos no observables" (NEANO de la EPA)<sup>3</sup>. Otros términos de uso común son el NMEO (Nivel mínimo de efectos observados) o dosis mínima a partir de la cual se comienza a observar una respuesta; el NMEAO (Nivel mínimo de efectos adversos observados) que indica únicamente las consecuencias adversas. La dosis de referencia (DRf) es el término más moderno empleado por la EPA<sup>4</sup>. El proceso de determinación de una DRf consta de los siguientes pasos: a) la selección de las especies más sensibles sobre las que existen investigaciones disponibles; b) la selección de las investigaciones principales o más significativas y que empleen la vía apropiada de exposición; c) la selección de investigaciones de apoyo; d) la identificación del NEANO, o, en caso de ser posible, del NMEAO para el punto de destino sensible.

Para reflejar el grado de incertidumbre en la determinación del NEANO, éste se ajusta para el punto más sensible, adoptando los siguientes coeficientes reductores: el NEANO determinado se afecta de un factor de incertidumbre en su aplicación para el ser humano de 10, de esta forma, se intenta tener en cuenta la protección de los sectores más sensibles de la población, como niños y ancianos. Se adopta un factor reductor de 10 para el NEANO para reflejar la incertidumbre en la extrapolación de los resultados de los experimentos en animales a seres humanos y se adopta otro factor reductor de 10 que refleja la incertidumbre de que los datos no provengan de una investigación continua. Los factores reductores de incertidumbre se aplican secuencialmente.

En el estudio del riesgo de cánceres durante el período de vida de un ser humano se asume que la carcinogénesis funciona de modo tal que es posible, aunque remoto, que la exposición a una sola molécula de una sustancia cancerígena genotóxica provoque una de las dos mutaciones necesarias para dar inicio a un proceso cancerígeno. En teoría, por tanto, la curva de dosis – respuesta es asintótica hacia la incidencia nula. Al no existir valores umbrales no se cuenta con niveles de seguridad de no afección sino con niveles aceptables. La sociedad suele mostrar preocupación hacia cualquier nivel aceptable que se fije, mientras que los organismos reguladores tienden a establecer un objetivo de no alcanzar un sobrerriesgo de cáncer superior a  $1.10^{-6}$  durante el período vital<sup>5</sup>.

El cálculo de riesgos cancerígenos conlleva el uso de un factor de potencia cancerígena (FPC). En síntesis un FPC consiste en la pendiente de la curva de dosis – res-

puesta en el entorno de las exposiciones muy bajas, y se conoce como el **factor de caída**. El factor de caída se mide en (kg diarios/mg). Una vez establecido este factor de caída es posible calcular directamente el riesgo cancerígeno, cuya cuantificación frente a una exposición requiere únicamente la conversión de la dosis, a las unidades adecuadas, multiplicada por el factor de caída (EPA, 1993).

Estos factores de caída dependen de la vía de exposición, y están obtenidos para la actuación de cada compuesto de forma aislada, ya que se obtienen de los ensayos sobre animales expuestos a una única sustancia tóxica. Para tener en cuenta la acción conjunta de varias sustancias tóxicas, la EPA utiliza el llamado modelo aditivo. Es decir, el riesgo conjunto es la suma de los riesgos individuales frente a cada una de las sustancias tóxicas. La dosimetría de respuesta humana potencial a la mezcla de varios compuestos tóxicos no parece estar de acuerdo con el modelo aditivo, sino que resulta más compleja. Los estudios epidemiológicos realizados así parecen demostrarlo. Se dan efectos de sinergia, tanto positiva como negativa.<sup>2</sup>

La afección de una o varias comunidades presentes en el estuario, por toxicidad originada por la presencia en el agua de sustancias no cancerígenas, así como cancerígenas, es función de dos tipos de variables: variables endógenas y variables exógenas. Las *variables endógenas* están agrupadas en dos tipos: variables de tipo fisiológico y variables etológicas o de comportamiento. Las variables de tipo fisiológico caracterizan las condiciones físicas del tipo de comunidad que se analice. Se han elegido las siguientes variables:<sup>6</sup> a) tasa de aclaramiento (TA) que indica el volumen de agua que un determinado individuo deja libre de partículas en la unidad de tiempo (se mide en  $L.H^{-1}$ ); y b) eficiencia de Adsorción (AE) que indica el rendimiento del sistema digestivo del individuo en cuestión (se mide en %). Las variables de tipo etológico indican los hábitos de comportamiento de los individuos en cuestión y de ellas se ha elegido: a) tiempo de permanencia (TP) que indica el tiempo diario en horas que el individuo permanece diariamente en el estuario y viene impuesta por el carácter más o menos sedentario del individuo en cuestión.

Como variables exógenas se han tomado las concentraciones de los compuestos tóxicos. Se han elegido compuestos cuyas concentraciones medias relativas a las correspondientes DRf son más altas. Flúor, cobre y fenoles para las Sustancias cancerígenas y arsénico y cadmio para las sustancias cancerígenas.

Las variables endógenas, como se ha expuesto anteriormente, caracterizan a un determinado individuo o a una determinada especie. Se han escogido tres rangos de variación para cada una de las variables. En la Tabla 1 se indican los valores adoptados.

**Tabla 1: Rangos de variación para cada una de las variables**

AE(%)	TA(L.H <sup>-1</sup> )	TP(Horas)
0,25	1	6
0,4	1,5	12
0,6	2	24

AE(%): eficiencia de la adsorción

TA(LH<sup>-1</sup>): tasa de aclaramiento

TP(Horas): tiempo de permanencia diario en el estuario

**MATERIAL Y MÉTODOS**

Para caracterizar el estuario se han recogido datos de la climatología (Central térmica Cristóbal Colón, años 1982 a 1999), de geología y geomorfología, régimen mareal, vegetación, biomasa, fauna, especies piscícolas y avifauna (consumo de pescado e individuos censados). El medio socioeconómico ha sido analizado mediante las variables de actividad pesquera y turismo.

El Método Sistemático Multivariado (MSM), aplicado por su autor Borea a obras marítimas, es el elegido por nosotros para ver su aplicación a la fiabilidad de un sistema de calidad ambiental. Es un método totalmente general, al considerar directamente todas las variables exógenas de los factores ambientales (antrópicos, etc.) relacionados para cada una de las estrategias de las diversas clases de diseño (estructural, ambiental, funcional, etc.), con las variables endógenas de cada alternativa de fallo de cada uno de los diversos componentes del sistema, mediante un modelo físico, analógico, matemático, que caracterice las condiciones de ruptura, fallo o no-fallo, del componente en el hiperespacio  $(v_1, v_2, \dots, v_n)$ . En donde  $v_k$  representa una variable endógena o exógena. En algunos puntos de ese hiperespacio ocurrirá el fallo, mientras que en otros no. Se denomina hipersuperficie

característica a aquella que divide el hiperespacio en dos regiones o dominios: de fallo y de no-fallo del componente analizado.

La intersección de la hipersuperficie característica con un plano  $\{v_i, v_j\}$  proporciona una línea, generalmente cóncava, que divide al plano  $\{v_i, v_j\}$  en dos regiones planas o semiplanos, de fallo y de no-fallo. En todos los puntos del semiplano o dominio de fallo se cumplirá que la señal, de respuesta a la acción, es superior al umbral de fallo del sistema. Esta condición se puede expresar de forma funcional mediante la siguiente expresión:

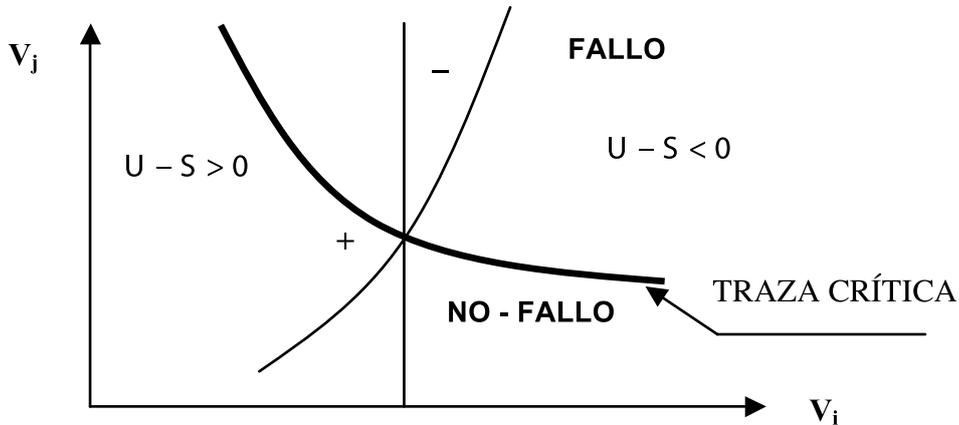
$$K_{ij}(v_1, \dots, v_n) = U - S < 0$$

en donde U y S son funciones compuestas de  $(v_1, \dots, v_n)$ , y representan a la respuesta a la acción y el umbral de fallo respectivamente. La función  $K_{ij}$  la denominamos función de fallo. En el semiplano de no-fallo se verificará:

$$K_{ij}(v_1, \dots, v_n) = U - S > 0$$

Precisamente el límite de las dos condiciones expresadas por las ecuaciones anteriores nos determinará la traza, ya que para los puntos que pertenecen a ella se debe verificar:  $K_{ij}(v_1, \dots, v_n) = U - S = 0$  es decir, en la traza la respuesta a la acción, señal, iguala el umbral de fallo.

**Figura 1: Esquema del proceso para dos variables, dividido en dos planos mediante la traza**



En la Figura 1 se esquematiza el proceso descrito para el caso de dos variables. El espacio queda dividido en dos semiplanos de FALLO y NO-FALLO mediante la traza. Para el caso general de n variables la traza es una hipersuperficie que divide al espacio de n dimensiones en dos regiones de FALLO y NO-FALLO. Una vez determinada la traza, según se ha indicado, se puede determinar

inmediatamente la probabilidad de fallo en un plano cualquiera,  $(v_i), (v_j)$ . Para ello trazaremos otros dos ejes de coordenada referidos a la probabilidad de excedencia de ambas variables,  $(p_{v_i}), (p_{v_j})$ . Como puede apreciarse en la Figura 2, en cada uno de los intervalos en que podemos considerar dividido el dominio plano de fallo se verifica:

$$(p_{v_{ij}})_k = (p_{v_i})_k (\Delta p_{v_j})_k$$

Sumando todos los intervalos del dominio plano de fallo se obtiene:

$$P_{ij} = \sum_{k=1}^{m_i} p_j \Delta p_i$$

$$K_i = 1$$

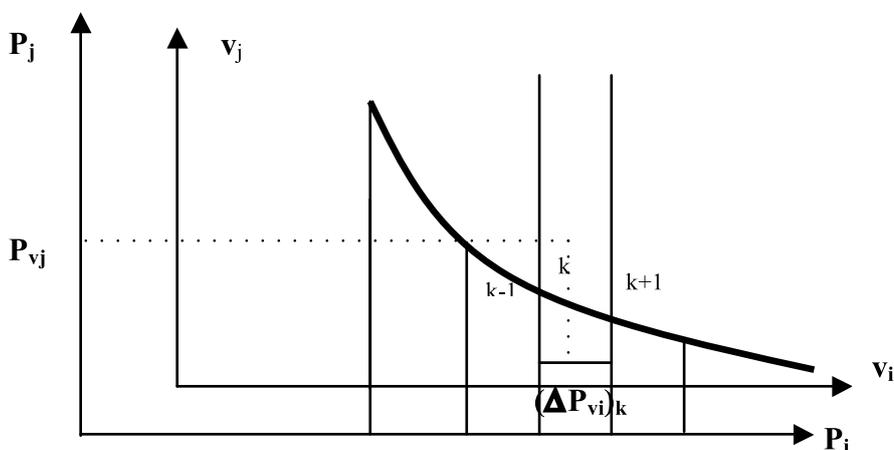
Para tres variables la expresión sería:

$$P_{ijk} = \sum_{K_1=1}^{m_j} \sum_{K_j=1}^{m_k} p_i \Delta p_j \Delta p_k$$

Y para n variables, la expresión general sería:

$$P = F(k(v_1, \dots, v_n) \leq 0) = \prod_{i=1}^n \sum_{k_i} [ p_j ( \prod_{r=1}^n \Delta p_{r(r\#j)} ) ]$$

Figura 2.- Probabilidad de excedencia de ambas variables



Las concentraciones de los distintos compuestos presentes en el estuario de la Ría de Huelva, se miden en el Plan de Policía de Aguas de la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía. Se miden por meses las distribuciones de los distintos compuestos de los valores de emisión de los diferentes vertidos que confluyen al paraje analizado. Asimismo se determinan las concentraciones medias de inmisión de los distintos compuestos. Todo ello se incluye en el Sistema de Información Ambiental de Andalucía (SINAMBA – 1.999)'. A partir de dicha información el proceso seguido para determinar los valores de las variables exógenas ha sido el siguiente: a) se han determinado las distribuciones medias de los va-

lores de emisión, correspondientes a las cinco estaciones más cercanas al punto de inmisión; b) se han tomado los valores medios de inmisión en el punto más característico del estuario, es decir, en la confluencia de los ríos Tinto y Odiel; c) se ha supuesto el mismo coeficiente de variación (desviación típica/media) para las distribuciones de los valores de emisión hallados en el punto 1, y para los valores de inmisión del punto 2; y d) una vez obtenidos los valores característicos se ha adoptado la distribución normal como representativa de las concentraciones de inmisión. Los resultados obtenidos pueden verse en las tablas 2 a 5.

**Tabla 2. Valores medios de emisión de contaminantes a la Ría de Huelva (años 1995-99)**

COMPUESTO	PERC.5	PERC.50	PERC.95	Mem.	Sem.	Cv=S/M
ACEITES	10,65	16,68	24,34			
NH <sub>3</sub>	0,95	2,75	4,40			
As	2,14	6,28	12,33	6,30	2,80	0,44
Cd	0,02	0,07	2,38	0,10	0,07	0,70
Cn	0,00	0,00	0,00			
Cu	0,71	1,32	2,17	1,30	0,40	0,31
Cr <sup>6</sup>	0,00	0,00	0,00			
DQO	455,16	737,65	1118,43			
Fenoles	5,08	53,22	123,90	53,20	34,50	0,65
F-	76,28	95,75	124,35	95,80	13,50	0,14
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	23,34	58,68	101,58			

Mem: media de emisión del compuesto considerado

Sem: desviación típica de emisión del compuesto considerado

Cv : coeficiente de variación del compuesto considerado

Fuente: SINAMBA (Sistema de Información Ambiental de Andalucía - Consejería de Medio Ambiente - J.A.)<sup>7</sup> (modificado)

**Tabla 3. Valores medios de inmisión de contaminantes a la Ría de Huelva (años 1995-99)**

COMPUESTO	MEDIA (Mim)	Cv=S/M	Sim	P5	P25	P50	P75	P95
ACEITES								
NH <sub>3</sub>	2,43							
As	0,16	0,16	0,07	0,04	0,11	0,16	0,20	0,27
Cd	0,02	0,02	0,02	0,00	0,01	0,02	0,03	0,05
Cn	0,01							
Cu	0,53	0,53	0,16	0,26	0,42	0,53	0,64	0,80
Cr <sup>6</sup>								
DQO								
Fenoles	44,33	44,33	28,74	0,00	24,94	44,33	63,71	91,61
F-	11,88	11,88	1,67	9,12	10,75	11,88	13,00	14,63
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>								

Mim: media de inmisión del compuesto considerado

Sim: desviación típica de inmisión del compuesto considerado

Cv : coeficiente de variación del compuesto considerado

Fuente: SINAMBA (Sistema de Información Ambiental de Andalucía - Consejería de Medio Ambiente - J.A.)<sup>7</sup> (modificado)

**Tabla 4: Percentiles de las sustancias no cancerígenas, en mg/l**

SUSTANCIAS NO CANCERIGENAS					
COMPUESTO	P <sub>5</sub>	P <sub>25</sub>	P <sub>50</sub>	P <sub>75</sub>	P <sub>95</sub>
COBRE	0,26	0,42	0,53	0,64	0,80
FLUOR	9,12	10,75	11,88	13,00	14,63
FENOLES	0,00	24,94	44,33	63,71	91,61

Tabla 5: Percentiles de las sustancias cancerígenas, en mg/l

SUSTANCIAS CANCERIGENAS					
COMPUESTO	P <sub>5</sub>	P <sub>25</sub>	P <sub>50</sub>	P <sub>75</sub>	P <sub>95</sub>
ARSÉNICO	0,042	0,109	0,156	0,209	0,269
CADMIO	0,000	0,011	0,022	0,032	0,046

Según se ha indicado anteriormente, el mecanismo de acción de las sustancias no cancerígenas y cancerígenas es diferente. Desde el punto de vista de determinación del riesgo de afección de un determinado individuo, la principal diferencia es que el fallo del sistema debido a la presencia de sustancias no cancerígenas tiene un umbral de fallo. Sin embargo, el fallo provocado por la presencia de sustancias cancerígenas carece de dicho umbral. En función de ello, el análisis de ambas componentes, es necesariamente diferente.

En la normativa sobre concentraciones límites de sustancias contaminantes en los distintos medios, aquellas están siempre referenciadas a los seres humanos. De ahí que se adopten unos coeficientes de seguridad que, según lo indicado en este bloque, en conjunto suponen una reducción de un factor de 1.000, respecto a los valores del NEANO hallados en laboratorio, para determinar la DRf. Asimismo, toda la normativa está referida a las limitaciones para la presencia de cada contaminante de forma aislada. No hay una normativa sobre los efectos conjuntos que la presencia de distintos contaminantes pueden suponer. La EPA, aplica, de modo indicativo, un modelo lineal para incluir el efecto conjunto que dicha presencia conjunta puede suponer. Es decir el riesgo conjunto sería la suma de los riesgos individuales. No se contempla ningún efecto sinérgico, como los ensayos parecen demostrar, (Goyer, 1991)<sup>10</sup>. En este trabajo se ha adoptado el siguiente modelo, para el cálculo del riesgo de afección por contaminación por sustancias no cancerígenas, para los individuos (peces) presentes en el estuario:

$$DPR = [1 \pm ((1 - (C_i / DRf_i)_{\max}) / \sum (C_i / DRf_i))^{1/n}]^m [\sum (C_i / DRf_i)] * AE * TA * TP$$

Siendo AE: la eficiencia de adsorción con el significado y valores indicados anteriormente; TA: la tasa de aclaración; TP: el tiempo de permanencia diario en el estuario; C<sub>i</sub>: la concentración en mg/l del compuesto "i" y DRf<sub>i</sub>: la dosis de referencia para el compuesto "i", expresada en mg/día por unidad de peso.

Las dosis de referencia para los tres compuestos químicos no cancerígenos que se encuentran presentes en cantidades significativas en el estuario son: DRf de cobre 0,0018; de flúor 0,08 y de fenoles 0,8.<sup>11</sup> Siendo DRP: la dosis proporcional de riesgo. Equivale al número de veces que un individuo recibe la dosis de referencia homogeneizada. Teniendo en cuenta los coeficientes de seguridad que se adoptan en la determinación de la DRf, indicados con anterioridad, se han adoptado tres escalones para la DRP: 1000 - 2500 - 5000.

La fórmula indicada para determinar la dosis proporcional de riesgo está formada por el producto de los siguientes factores: El primer factor está formado por dos sumandos. El segundo sumando es un coeficiente que

tiene en cuenta la sinergia que se produce al presentarse simultáneamente varios compuestos contaminantes. Cuando únicamente existe un compuesto este sumando se anula. Es decir, no hay sinergia, obviamente. Los exponentes en este primer factor, ajustan el efecto sinérgico en cada combinación de compuestos específica. Dando valores a los exponentes "n" y "m", se puede contemplar cualquier posibilidad de interacción, incluida la sinergia negativa si se adopta el signo negativo. En el análisis que posteriormente se presenta se ha tomado el signo positivo, sinergia positiva, y los siguientes valores para los exponentes: n= 2; m= 1. El segundo factor expresa la suma de las concentraciones homogeneizadas. Esto se hace dividiendo cada concentración de un compuesto por la DRf que le corresponde. Los restantes factores (AE, TA, y TP) son las variables endógenas de ambas componentes del sistema, según se ha expuesto antes.

Según se ha venido repitiendo, las sustancias cancerígenas no poseen una concentración umbral de afección, por lo que el método de determinación de riesgos debe ser distinto que el utilizado para determinar el riesgo de las sustancias no cancerígenas. Las normas reguladoras actuales, determinan el límite de sobreincidencia de casos de cáncer en la población humana sometida al efecto tóxico de compuestos cancerígenos. Es decir, utilizando la terminología del MSM el fallo del sistema se produce cuando el número de casos porcentual en una determinada población tiene un incremento prefijado.

En el caso estudiado, el fallo del sistema por el componente de fallo 2, "Sustancias cancerígenas", se dará cuando la probabilidad de incidencia de cáncer en la población estudiada alcance un determinado valor. El modelo propuesto para el cálculo del sobrerriesgo de afección por cáncer producido por contaminación de compuestos cancerígenos, para los individuos (peces) del estuario de la Ría de Huelva, es el siguiente:

$$\text{Riesgo (R)} = [1 \pm ((1 - (C_i * FPC_i)_{\max}) / \sum (C_i * FPC_i))^{1/n}]^m (\sum (C_i * FPC_i)) * AE * TA * TP / \text{Peso}$$

Siendo AE: la eficiencia de adsorción; TA: la tasa de aclaración; TP: el tiempo de permanencia diario en el estuario; C<sub>i</sub>: la concentración en mg/l del compuesto "i" y FPC<sub>i</sub>: el factor de caída para el compuesto "i", expresado en mg/día por unidad de peso

Los factores de caída para los dos compuestos químicos cancerígenos, que se encuentran presentes en cantidades significativas en el estuario son de 0,025 para el arsénico y de 0,041 para el cadmio. Los valores indicados están corregidos respecto a los prescritos para los seres humanos, multiplicándolos por setenta, que es la vida media del ser humano adoptada para determinar los factores de caída, es decir, se supone un período de afección de un año frente a la vida media del ser humano. Asimismo, es de destacar que los dos metales indicados, ar-

sénico y cadmio, son cancerígenos completos, es decir, actúan tanto como mutagénicos como activadores.<sup>2</sup>

Se ha supuesto un individuo medio de 250 gramos de peso fresco. Riesgo (R) es el tanto por ciento de sobreincidencia de cánceres en la población analizada, adoptando tres escalones: 0,10 – 0,50 – 1,00

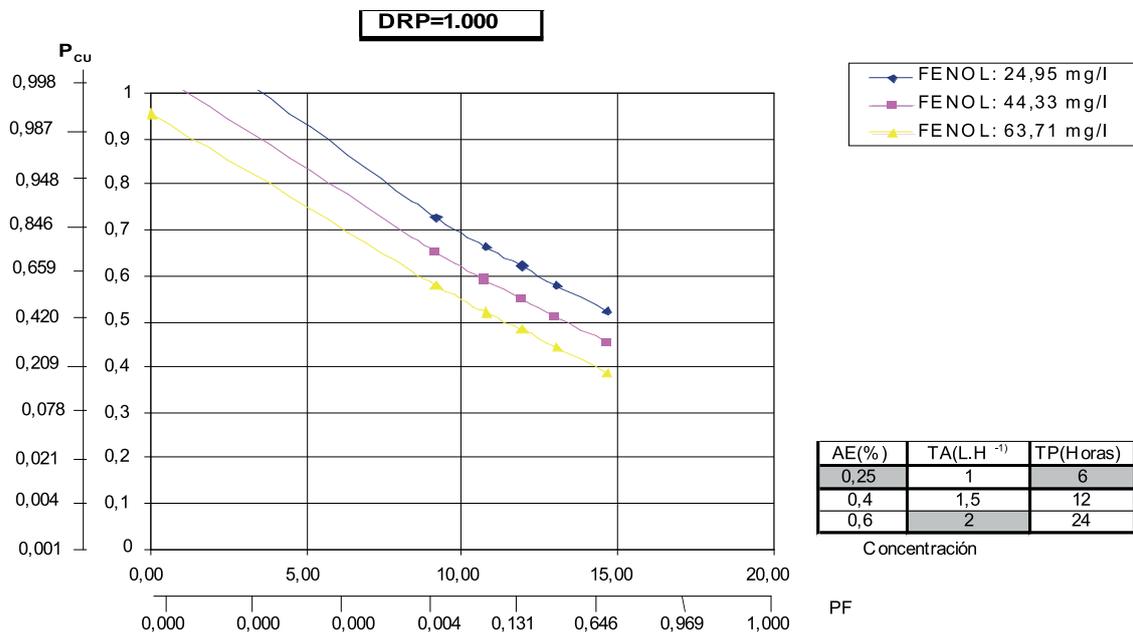
La fórmula indicada para determinar el incremento de riesgo de contraer cáncer, lo que se ha denominado “riesgo” (R), tiene una expresión similar a la adoptada para calcular la dosis proporcional de riesgo, en la componente 1, sustancias no cancerígenas, si bien, conceptualmente es distinta al serlo también los mecanismos de acción de ambos tipos de sustancias. Está formada por el producto de los siguientes factores: El primer factor está formado por dos sumandos. El segundo sumando es un coeficiente que tiene en cuenta la sinergia que se produce al presentarse simultáneamente varios compuestos contaminantes. Cuando únicamente existe un compuesto este sumando se anula. Es decir, no hay sinergia, obviamente. Los exponentes en este primer factor, ajustan el efecto sinérgico en cada combinación de compuestos específica. Dando valores a los exponentes “n” y “m”, se puede contemplar cualquier posibilidad de interacción, incluida la sinergia negativa si se adopta el signo negativo. En el análisis que posteriormente se presenta se ha tomado el signo positivo, sinergia positiva, y los siguien-

tes valores para los exponentes: n= 2; m= 1. El segundo factor expresa la suma de las concentraciones homogeneizadas. Esto se hace dividiendo cada concentración de un compuesto por el factor de caída que le corresponde. Los restantes factores (AE, TA, y TP) son las variables endógenas de ambas componentes del sistema, según se ha expuesto antes. Asimismo el peso adoptado corresponde a un individuo tipo de 250 gramos de peso fresco.

**RESULTADOS**

Aplicando la expresión indicada, para los distintos escalones de Dosis Proporcional de Riesgo fijados, y haciendo variar los valores de las variables endógenas, se obtienen las distintas curvas que expresan las combinaciones de concentraciones que producen dichas DPR. Se han tomado como ejes las concentraciones de Cobre y Flúor, los dos compuestos cuyas concentraciones homogeneizadas son más altas. Como concentraciones de fenol se han tomado las correspondientes a los P<sub>25</sub>, P<sub>50</sub> y P<sub>75</sub>. Asociados a los ejes de concentraciones, siguiendo la metodología del MSM, se han representado los ejes de probabilidad de no excedencia de dichas concentraciones. En la Figura 3 puede observarse una curva en la que la Dosis Proporcional de Riesgo es igual a mil.

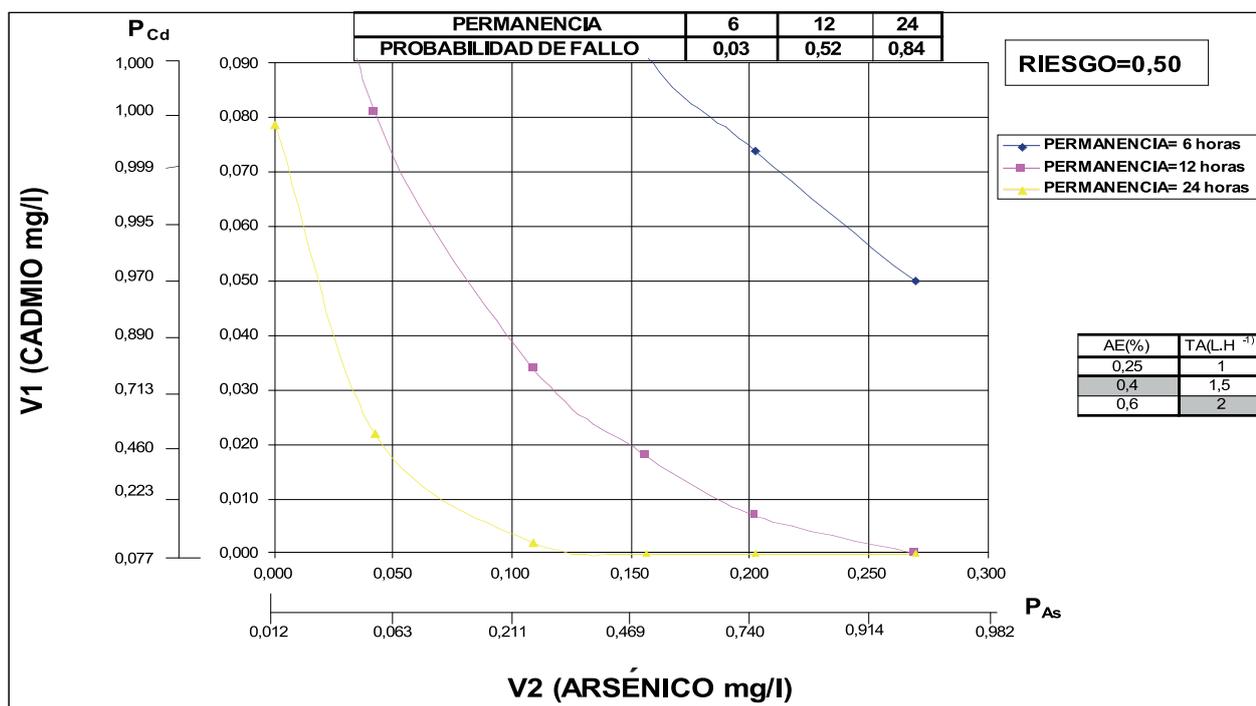
**Figura 3.- Curva en la que la Dosis Proporcional de Riesgo es igual a mil**



Aplicando la expresión adoptada para el sobrerriesgo de cáncer, y haciendo variar los valores de las variables endógenas, Eficiencia de adsorción y Tasa de aclaramiento, se han representado en ejes de coordenadas Arsénico – Cadmio, las variaciones de concentraciones que producen el sobrerriesgo indicado, para cada escalón

prefijado de la variable “Tiempo de Permanencia”. Asociado a cada eje se han representado los ejes de probabilidad de no excedencia de las distintas concentraciones. En la Figura 4 puede verse las curvas para un Riesgo igual a 0,50.

Figura 4.- Curvas en las que el Riesgo es igual a 0,50



**DISCUSIÓN**

Se ha visto que el Método Sistemico Multivariado puede aplicarse al estudio de la contaminación de la población de peces del estuario por la presencia en las aguas de compuestos tóxicos. Para ello ha sido necesario definir las componentes, variables y, especialmente, las funciones que determinen los efectos sobre las poblaciones: Dosis proporcional de riesgo y Riesgo de afección. El modelo propuesto es totalmente general para el caso estudiado y para adaptarlo a otras situaciones solo habría que ajustar las variables y los coeficientes que se indican en las fórmulas que definen las funciones propuestas. De igual forma que la aplicación del análisis de fiabilidad de los sistemas de diseño a las condiciones de vida de determinadas poblaciones proporciona una herramienta objetiva de cuantificación de resultados.

Se ha constatado que la afección que la presencia de sustancias contaminantes en el agua del estuario origina sobre las especies del paraje es muy importante. El efecto de sinergia, o de acción conjunta, que la presencia de varias sustancias contaminantes en el agua produce sobre los individuos afectados, es importante. Los conceptos de concentración límite de contaminantes en el agua, considerados de forma aislada, como prescribe la legislación actual, tanto internacional como nacional y autonómica, suponen una simplificación, en la mayoría de los casos, inaceptable. Los límites legales para calidad de aguas, serían bastante más significativos y operativos si estuviesen referidos a límites de dosis proporcional de riesgo o sobrerriesgo que a concentraciones de diversas sustancias.

A la vista de los resultados obtenidos sería deseable ampliar la aplicación del modelo utilizado (MSM) a otros

ecosistemas y sería oportuna la determinación de los coeficientes de sinergia indicados, mediante ensayos de laboratorio sobre afección conjunta de contaminantes.

**REFERENCIAS**

- 1.-Suarez Bores P. Análisis de fiabilidad de los sistemas de diseño. Madrid: Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Universidad Politécnica de Madrid, 1980
- 2.-LaGrega M, Buckingham PL., Evans JC. Hazardous Waste Management. McGraw-Hill, 1.994
- 3.-US Environmental Protection Agency. Superfund Public Health Evaluation Manual. Washington DC: US-EPA, 1989
- 4.-Barnes DG, Dourson M. Reference dose (RfD): description and use in health risk assessments. Regul Toxicol Pharmacol 1988;8(4): 471-86
- 5.-US Environmental Protection Agency. Exposure Factors Handbook. Washington DC: US-EPA, 1994
- 6.-Larretxea X, Pérez A. Evolución temporal de la contaminación por hidrocarburos en el mejillón de batea. Incidencia de concentraciones subletales de la fracción acomodada en agua sobre los parámetros de balance energético. En: Seguimiento de la contaminación producida por el accidente del buque Aegean Sea. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente, 1996
- 7.-Sistema de Información Ambiental de Andalucía (SINAMBA). Sevilla: Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía, 1999
- 8.-Goyer RA. Toxic Effects of Metals. En: Casarett and Doull's (eds.) Toxicology: The Basis Science of Poisons. New York: Pergamon Press, 1991
- 9.-U.S. Environmental Protection Agency. Integrated Risk Information System, IRIS. Washington DC: US-EPA, 1 994

# BROTE DE GASTROENTERITIS AGUDA EN UNA POBLACIÓN RURAL POR TRANSMISIÓN DE PERSONA A PERSONA

## *OUTBREAK OF ACUTE GASTROENTERITIS IN A RURAL POPULATION, SPREAD PERSON TO PERSON CONTACT*

Diego Almagro Nievas<sup>1</sup>, Pilar Guijosa Campos<sup>1</sup>, Francisca López Reyes<sup>2</sup>, Carmen Puertas Maya<sup>3</sup>,  
Sonia Garrido Almagro<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Técnico de Salud del Distrito Metropolitano de Granada

<sup>2</sup>Médico de Familia del Centro de Salud de Alhama de Granada

<sup>3</sup>Enfermeras del Centro de Salud de Alhama de Granada

### RESUMEN

**Objetivo:** Describir un cuadro de gastroenteritis aguda de base poblacional ocurrido a durante los meses de junio y mediados de julio del año 2002.

**Diseño:** Estudio descriptivo y de casos-control.

**Emplazamiento:** Población rural de 1.323 habitantes (1-1-2001) de la provincia de Granada.

**Población y muestra:** De unos 200 enfermos se recogieron 34 casos y los mismos controles.

**Intervenciones:** Mediante encuesta epidemiológica se investiga la relación entre la enfermedad y distintas variables independientes: características personales (edad, sexo, consumo agua y antecedentes de enfermedad) y tiempo. Se realizó tablas de contingencia y test de hipótesis  $\chi^2$  y el cálculo de OR cruda y posteriormente ajustada (IC al 95%) utilizando regresión logística.

**Resultados:** No se observaron diferencias significativas en la variable sexo y de consumo de cualquier tipo de agua (red y embotellada). La curva epidémica no refleja un comienzo explosivo. En el cálculo de la OR ajustada destaca la relación causal los antecedentes familiares de padecer la enfermedad (OR ajustada= 5,32; IC-95% 1,23-22,93; p=0,025). La inspección de la red de agua estaba bien y no se remitieron muestras de heces de enfermos para su análisis.

**Conclusiones:** Se trata de un brote de gastroenteritis aguda de base poblacional, de etiología desconocida y con mecanismo de transmisión de persona a persona.

**PALABRAS CLAVE:** Gastroenteritis aguda. Brote epidémico. Población rural

### INTRODUCCIÓN

El término de gastroenteritis se aplica a síndromes en los que predominan las diarreas y los vómitos. Otras veces hablamos de infecciones entéricas cuando se incluyen gran variedad síntomas y diferentes agentes infeccio-

### ABSTRACT

**Objective:** To describe an outbreak of acute gastroenteritis in the population, occurred in June and July 2002.

**Design:** A descriptive, case-control study.

**Location:** Rural population of 1.323 inhabitants, living in Granada.

**Population and sample:** It affected about 200 persons. 32 cases and 32 controls were selected.

**Intervention:** An epidemiological survey was run, taking into account variables of time and person (age, sex, drinking water intake and clinical pattern of the disease antecedent. We investigated the different independents variables. A contingency tables, hypothesis X2 test, calculation of the unprocessed and subsequently adjusted Odds Ratio (IC 95%) were carried out using logic regression.

**Results:** No significant differences were found in the sex variable and consumption of water. The epidemic curve no showed a rapid onset. In the adjusted Odds Ratio calculation the clinical pattern of disease antecedent showed causal relationship values (adjusted Odds Ratio=5,32; IC-95% 1,23-22,93; p=0,025). The inspection of the water network no showed deficient. Patient stool samples no were sent for analysis.

**Conclusions:** This study has not detected disease-causing agent, however, it's spread through person-to-person contact.

**KEY WORDS:** Gastroenteritis acute. Epidemic outbreaks. Rural population

sos. Se suelen ver agrupaciones de casos y su distribución a nivel familiar<sup>1</sup>

En Andalucía y en los últimos años, los brotes de gastroenteritis aguda (GEA) se han observado en los meses de verano y con frecuencia en núcleos pequeños de población (< 3.000 habitantes)<sup>2</sup>. Dentro de las alertas

en salud pública comunicadas en el año 2001 los brotes de toxiinfecciones alimentarios representaron el 53% (266 brotes), de transmisión hídrica 2,4% (12 brotes) y las GEA inespecíficas 4,4% (22 brotes)<sup>3</sup>. Los gérmenes que se implican en estas GEA pueden ser de muy variable etiología, desde virus (rotavirus, NorwasK-Like, adenovirus) bacterias (*Yersinias*, *Campylobacter jejuni*) y parásitos<sup>1</sup>.

Este tipo de alerta en salud pública en las poblaciones pequeñas y de vecino en vecino, se va comentando el hecho de enfermar y es frecuente que se asocie a fuentes de exposición común como alimentos y con más frecuencia al agua de consumo público. Se piensa en esta causa por "estar muy mala el agua y sabe a cloro"

El día 29 de junio de 2002, se nos comunicó por la Empresa Pública de Emergencias Sanitarias (EPES), un brote en una localidad rural de Granada. Es detectada por el equipo de guardia situado en otra localidad vecina e inicialmente comunican 14 casos presentados durante el fin de semana procedentes de dicha localidad. No había antecedentes de grandes eventos poblacionales, reuniones familiares ni había conexión entre los casos. Tampoco había una distribución espacial concreta y afectaba a todas las edades por igual. El cuadro se caracterizaba por vómitos y diarreas fundamentalmente y no presentaba fiebre. El año anterior hubo indicaciones de otra posible GEA en la misma localidad y no se pudo confirmar.

Las primeras actuaciones fueron la definición clínica de caso, monitorizar las urgencias e indicar la recogida de coprocultivos. Se les pasó encuesta epidemiológica donde se les preguntaba presencia a la misma vez de otros casos en al familia y en caso afirmativo antecedentes de consumo de alimentos, consumo de agua de la red y/o embotellada en los tres últimos días, y antecedentes de enfermos en familiares cercanos durante los días anteriores. Al día siguiente se contactó con la médica de la localidad y confirmaron que se venían observando una media de 4 ó 5 casos diarios y que lo consideraban dentro de lo esperado para época estival. Se monitorizó la consulta con la misma definición de caso y encuesta epidemiológica y se indicó, igualmente, la recogida de coprocultivos. También se recomendó que se extremaran las medidas higiénicas entre los mismos miembros de la familia. Se pidió un informe escrito a la médica de la familia. Se realizó inspección del agua de la red pública y la revisión del cloro libre en días anteriores, sin mantener en ningún momento que la hipótesis inicial del origen de los casos fuese el agua. No había antecedentes de cortes de agua en días anteriores.

Los objetivos de este estudio fueron describir un cuadro de gastroenteritis aguda de base poblacional ocurrido entre los meses de junio y mediados de julio del año 2002 y analizar la relación entre diferentes variables clínicas y epidemiológicas que pudiesen comportarse como factores asociados a enfermar.

## SUJETOS Y MÉTODOS

Se trata de una localidad rural que se encuentra en el poniente de Granada con una población de 1.323 habitantes. La frecuentación en consulta es de una media de 45 pacientes día con una reducción de la misma en época estival. La población de estudio son todos los residentes en la localidad que han estado presentes entre los meses de junio y mediados julio.

La definición de caso que se realizada fue de "todo paciente que presentó vómitos y/o diarreas entre los días 1 de junio y 17 de julio de 2002 y que no tenía otra enfermedad o tratamientos que pudiese justificar estos síntomas". Los casos se fueron recogiendo por el equipo de guardia y los sanitarios de la localidad a través de una encuesta epidemiológica específica. El inicio del brote fue a primeros de junio, una semana antes de la notificación de la alerta para recoger los casos de forma retrospectiva y el final se consideró cuando se observó de manera ostensible la disminución de los casos.

Las variables independientes recogidas y analizadas fueron: sexo, edad, clínica, consumo de agua de red pública y agua embotellada y antecedentes familiares

Desde la comprobación del inicio de los primeros casos del brote, no se sospechó que tuviese su origen en la contaminación de alimentos y/o agua. Se descartó desde el inicio que hubiese agrupaciones de casos familiares con inicio de síntomas en menos de 72 horas y tampoco interrupciones del suministro de agua de la red pública que pudiese verse contaminada. Por ello no se recogió encuesta alimentaria, ni se planteo tomar muestras de agua, sólo a las medidas anunciadas en la introducción. La localización geográfica de los casos no se realizó, por la dificultad que presenta en un pueblo pequeño la espacialidad.

Los controles se tomaron de la población libre de síntomas de GEA residente en la localidad y que estaba presente en todo el periodo de estudio. Se descartaron los que estaban de vacaciones por la posibilidad de confundir con *diarrea del viajero*. La encuesta fue realizada por el técnico de salud a través del teléfono y el número elegido de casos/control fue 1:1.

Se realizó un análisis descriptivo univariante y posteriormente tablas de contingencia y test de hipótesis  $\chi^2$  entre los enfermos y sanos, y por último se plantea un diseño de casos y controles con el cálculo de OR cruda. Para la construcción del modelo de enfermar, se utilizó la metodología de análisis de regresión logística (con el procedimiento introducir) con cálculo de la OR ajustada y su IC al 95%. La base de datos fue en la hoja de cálculo Excel 2000 y el análisis descriptivo de los datos y cruce de variables mediante tablas simples y análisis multivariante fue realizado con el programa estadístico SPSS/PC v9.

No se recogieron coprocultivos pese a la insistencia de los sanitarios locales de su recogida. Tampoco se recogieron muestras ambientales por no sospechar en ningún momento que la causa estuviese en una fuente común.

## RESULTADOS

No dispusimos de datos de "otros procesos diarreicos" que se registraran durante las últimas semanas a la notificación de la alerta para poder calcular el índice epidémico. Las fiestas locales son entre los días 21 y 25 de agosto. No había habido comidas populares recientemente y la distribución del agua por la red era desde hacía años. No se habían notificado casos de brotes de carácter familiar o de establecimiento público en los últimos diez años.

El total de personas enfermas que se encuestaron fueron 34 casos e igual número de controles.

**Tabla 1.- Distribución por variables de persona entre los casos y controles**

VARIABLE	CATEGORÍAS	Casos		Controles	
		Número	Porcentaje	Número	Porcentaje
Sexo	Hombre	20	58,8	13	38,2
	Mujer	14	41,2	21	61,8
Grupos de edad	< 15 años	20	58,8	6	17,6
	15-64	12	35,3	16	47,1
	>64 años	2	5,9	12	35,3

En la Tabla 1 se observa la distribución por las distintas variables de persona entre los casos y controles. El informe de la médica de familia, nos decía que se afectaron

con más frecuencia los niños (y más graves 2 ó 3 ingresos) y las personas mayores y que por sexos no hay diferencias.

**Tabla 2.- Clínica de los casos.**

VARIABLE	CATEGORÍAS	Número	Porcentaje
Vómitos	Sí	30	88,2
	No	4	11,8
Dolor	Sí	19	55,9
	No	15	44,1
Diarrea	Sí	21	61,8
	No	13	38,2
Fiebre	Sí	5	14,7
	No	29	83,3
Nauseas	Sí	20	58,8
	No	14	41,2
Malestar	Sí	7	20,6
	No	27	79,4

En la Tabla 2 se observa la distribución de la clínica que han presentado los casos. Destacan clínicamente los vómitos y la diarrea y posteriormente las nauseas y el dolor abdominal. La fiebre no es signo predominante. Según

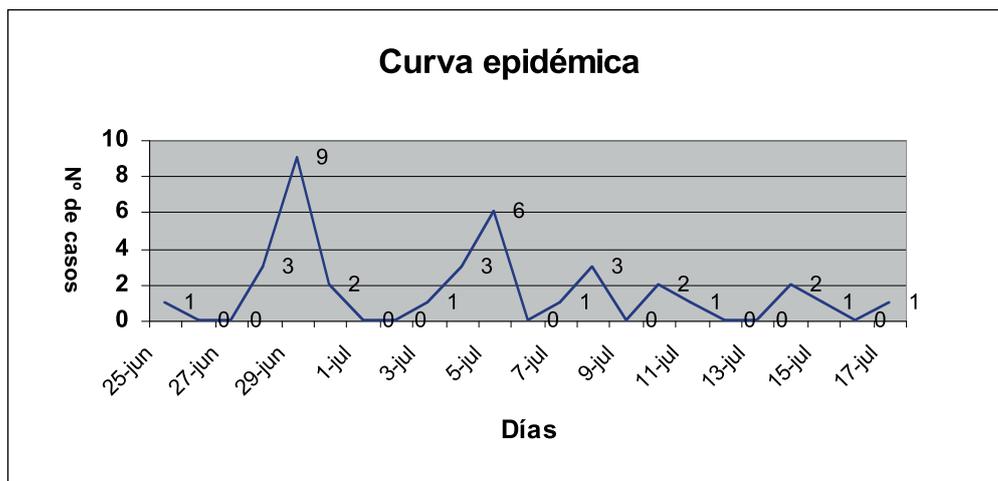
el informe de la médica de familia el cuadro duraba unos 2 ó 3 días quedando sólo posteriormente, hasta una semana más y en algunos casos, la diarrea.

**Tabla 3.- Distribución de las variables de consumo de agua y de antecedentes familiares de enfermedad entre los casos y controles.**

VARIABLE	CATEGORÍAS	Casos		Controles	
		Número	Porcentaje	Número	Porcentaje
Consumo de agua de red pública	Sí	25	73,5	30	88,2
	No	9	26,5	4	11,8
Consumo de agua embotellada	Sí	9	26,5	9	26,5
	No	25	73,5	25	73,5
Antecedentes familiares de enfermedad	Sí	18	52,9	5	14,7
	No	16	47,1	29	85,3

En la Tabla 3 se observa la distribución de las variables de consumo de agua y de antecedentes familiares de enfermedad entre los casos y controles.

Figura 1.- Curva epidémica



La curva epidémica se recoge en la siguiente Figura 1. Se observa un pico máximo justo el día la notificación y el siguiente pico a los 3 días. Posteriormente la curva decae de forma paulatina hasta el 17 de julio que se dio por finalizado el brote. Según el informe remitido por la médica de familia, los primeros casos empezaron en la semana 7 al 15 de junio donde se atendían una media de 4 ó 5 pacientes. A los 10-12 días es cuando se venía observando a unos 10 pacientes diarios y es en la primera semana de julio cuando comenzó a decaer. Estimó que se han podido ver unos 200 pacientes.

No encontramos asociación estadísticamente significativa por sexo ( $c^2 = 2,885$ ;  $p = 0,145$ ). Entre los distintos grupos de edad si encontramos diferencias ( $c^2 = 15,253$ ;  $p < 0,001$ ). No se observaron diferencias con el hecho de enfermar entre los que tomaron agua de la red y los que no; ni tampoco entre los que tomaron agua embotellada. Hubo diferencias estadísticamente significativas entre los que manifestaban tener familiares que habían enfermado de GEA y entre los que no ( $c^2 = 11,103$ ;  $p = 0,002$ ).

Tabla 4.- Análisis multivariante mediante regresión logística

Variable	B1	S.E.	df	Sig	Exp(B)	LCI95%	LCS95%
SEXO (1)	1,056	0,693	1	0,127	2,874	0,740	11,172
AGUARP (1)	-9,885	25,67625,661	1	0,700	0,000	0,000	3,6E+17
AGUAEMB (1)	-7,981	0,745	1	0,757	0,000	0,000	2,4E+18
ANTFAM (1)	1,672	0,016	1	0,025	5,322	1,235	22,933
EDAD	-0,054		1	0,001	0,948	0,918	0,978

El análisis multivariante mediante regresión logística (Tabla 4) mostró que el aumento la edad era un factor protector (OR = 0,94; 0,91; 0,97) y los que presentaban antecedentes familiares de GEA tenían cinco veces más de riesgo de enfermar por el mismo proceso que los que no los tenían, controlando por el resto de variables introducidas en el modelo (OR = 5,32; 1,23; 22,93).

No se recogieron coprocultivos, pese a haberlos solicitado. Ningún paciente entregó las muestras de heces en el servicio de enfermería.

La inspección del sistema de abastecimiento de agua del municipio fue realizada por la farmacéutica de la ZBS notificando el siguiente resultado: El día 5 de agosto se visita el sistema de abastecimiento del municipio, el cual reúne buenas condiciones higiénicas, las determinaciones de cloro residual libre son correctas, no ha habido cortes en el suministro de agua por averías y no hay fuentes no conectadas a la red pública.

Tanto la médica de familia como la enfermera han enfermado presentado el mismo cuadro; la médica al inicio del brote y la enfermera durante la meseta.

DISCUSIÓN

Desde la Dirección General de Salud Pública y Participación se nos solicitó con fecha del 15 de julio de 2002 un informe ambiental sobre el brote de posible origen hídrico. Desde un inicio y tras un primer análisis de la curva epidémica de los casos notificados, en ningún momento se planteo una hipótesis inicial de exposición común, con lo que justificó la no encuesta alimentaria ni toma de muestras del agua de consumo. Desde nuestro punto de vista, en cualquier brote de carácter poblacional realizamos una inspección del agua de consumo y observamos el cloro libre, pues la experiencia nos dice, como ya hemos comentado, que la población piensa como primera causa el agua de la red como vehículo de la enfermedad.

No se recogieron todos los casos vistos clínicamente durante todo el periodo y tampoco se realizado más búsqueda retrospectiva de los casos. Por tanto, las perdidas de casos que se produjeran al ser desconocidas pudiesen ser diferentes a los casos y al no controlarlas pudiesen

cambiar los resultados de este estudio. Por el informe de la médica de familia, parece que el brote se notifica cuando está en la fase de meseta. Igualmente, los controles se seleccionaron por vía telefónica y en horario de mañana lo que hace que pudiesen no estar representados toda la población (adultos varones en el campo, niños en la piscina municipal, mujeres en la compra etc.). Siempre se seleccionaba al que contestaba inicialmente el teléfono.

Se coincidió con el informe de la médica de que el grupo de más jóvenes fueron los más afectados. No así con los mayores que en los casos sólo encontramos 2 notificados. La explicación pudo estar en que en edades más jóvenes parece que el cuadro es más grave<sup>1</sup>.

Por el cuadro clínico que presentaron los casos, parece descartar patología bacteriana enteropatógena (*Salmonellosis*, *Shigelosis*, *Campylobacter jejuni* etc) y hacía más pensar en virus enteropatógenos<sup>4</sup>. Este diagnóstico etiológico presuntivo, basado en el cuadro clínico, debería de haberse confirmado en el laboratorio. La duración de la enfermedad también puede hablarnos de virus pese a que manifestaron que la diarrea fue la que perduraba, tal vez tiene que ver más con la salida de la dieta astringente de los enfermos que de la historia natural de la enfermedad<sup>5</sup>. En todos sólo fue necesario tratamiento sintomático. Todo esto teniendo en cuenta que podíamos no tener recogido la verdadera representación de los casos.

La propagación de la GEA con mecanismo de transmisión de persona a persona y con vía de entrada feco-oral está bien documentada<sup>1</sup>. El análisis de la curva epidémica parece que se producen dos incrementos separados de 3 días. Esto fue compatible con la hipótesis de transmisión de persona a persona. El mismo informe de la médica recoge que comenzó con 4 ó 5 casos diarios y después se fue incrementando para empezar a decaer. Este hecho vino a ser apoyado por la variable de antecedentes familiares. Esta variable fue observada por la médica antes de seleccionar los controles. En cuanto a la protección de la edad para enfermar, si puede estar confundida por la forma de selección de los controles

La posibilidad de que la transmisión de persona a persona hubiese sido como casos secundarios a una exposición común inicial de casos parece que no hubiese pasado desapercibido por la médica de familia ni por la propia población. Ello viene a comprobarse, en cierta forma, por el no incremento de la consulta durante este periodo, todo lo contrario, desciende.

Como conclusión podemos decir que se trató de un brote de GEA con mecanismo de transmisión de persona

a persona por tener como factor de riesgo los antecedentes de tener algún familiar que enfermó y que se pudo haber favorecido la enfermedad por fallos de higiene individuales.

Dentro de las recomendaciones que podemos hacer son: a) perseverar en la recogida y envío de muestras de enfermos; b) detectar de forma más rápida del brote, el conocimiento de los profesionales sanitarios de la forma de presentarse y las medidas de educación sanitaria hacen que este se controle de forma rápida y eficaz, así como su prevención en la difusión (sobre todo como evitar la enfermedad a resto de familiares de más corta edad); c) educación sanitaria para continuar con la dieta astringente hace que desaparezca totalmente la enfermedad; d) información a profesionales sanitarios y público en general sobre lo que está ocurriendo y el seguimiento del estudio para evitar crisis de histeria colectiva y difundir las causas más plausibles.

## AGRADECIMIENTOS

A todo el personal de guardia que comunicó la notificación del brote y muy especialmente a D. Elías Ghanen Ghanen, a título póstumo, que realizó su deber como médico de familia de atender a todos los pacientes que buscaron su ayuda en este brote.

## BIBLIOGRAFÍA

- 1.-Fernández Crehuet Navajas J, Pinedo Sánchez A. Infecciones Entéricas. Medicina Preventiva y Salud Pública. Ed. Masson-Salvat. 9ª ed. 1994:386-394.
- 2.-Dirección General de Salud Pública. Informe de las Alertas en Salud Pública durante el año 1994. Consejería de Salud. Junta de Andalucía 1995.
- 3.-Dirección General de Salud Pública. Informe de las Alertas en Salud Pública durante el año 2001 Consejería de Salud. Junta de Andalucía.2002
- 4.-Abrams S. El control de las enfermedades transmisibles en el hombre. Organización Panamericana de la Salud. Benenson. 1985:78-83.
- 5.-Dirección General de Ordenación Sanitaria. Enfermedades de Declaración Obligatoria. Notificación y Medidas de Control. Consejería de Salud. Junta de Andalucía. 1987:154-168.

# PERCEPCIÓN DEL RUIDO POR LA POBLACIÓN RESIDENTE EN EL ENTORNO DE LA BAHÍA DE PASAIA (GUIPÚZCOA)

## *NOISE PERCEPTION OF THE POPULATION LIVING IN THE NEIGHBOURHOOD OF THE BAY OF PASAIA (GIPUZKOA)*

Jesús M<sup>a</sup> Ibarluzea Maurologoitia<sup>1</sup>, Isabel Larrañaga Padilla<sup>1</sup>, Itziar Aspuru Soloaga<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Subdirección de Salud Pública de Gipuzkoa. Departamento de Sanidad del Gobierno Vasco.

<sup>2</sup>LABEIN. Centro Tecnológico. Bilbao

### RESUMEN

**Fundamento:** El ruido es un agente de contaminación ambiental al que esta expuesto un porcentaje elevado de la población urbana, así como la residente en el entorno de focos emisores importantes. La bahía de Pasaia es un entorno industrial y urbano degradado ambientalmente con importantes focos de ruido.

**Métodos:** Se realizó un estudio transversal de percepción al ruido en el entorno de la bahía de Pasaia, en 351 viviendas seleccionadas al azar, utilizando un cuestionario estructurado que recogía información sobre la auto-percepción de la molestia y sensibilidad al ruido. La medida de la exposición sonora se modelizó partiendo de la caracterización de los principales focos sonoros.

**Resultados:** El ruido provocaba molestia al 37.5% de la población estudiada. El 60% refirió que la principal fuente de molestia era el tráfico, seguida por la actividad del puerto (24%). La molestia atribuida al ruido no se correlacionó con los niveles sonoros estimados, pero si con el grado de sensibilidad mostrado a este agente ( $r_s=0.36$ ;  $p<0.01$ ). El porcentaje de población que indicó interferencia del ruido con actividades como conciliar el sueño (9.5%) no fue elevado. Sin embargo, un 50% de los encuestados ya había instalado en la vivienda algún tipo de asilamiento frente al ruido.

**Conclusiones:** La relación entre el grado de molestia causado por el ruido, la sensibilidad al mismo, los niveles sonoros y otras variables sociodemográficas revelan un mundo complejo de interacciones. El hecho de que la mitad de la población haya tomado medidas para contrarrestar el efecto del ruido puede influir en la molestia atribuida a este agente.

**PALABRAS CLAVE:** Ruido. Focos de ruido. Mapas de ruido. Molestia. Sensibilidad. Alteración del sueño.

### INTRODUCCIÓN

El ruido ha suscitado un interés creciente tanto en la comunidad científica como en la población general. Así,

### ABSTRACT

**Background:** Noise is an environmental pollution agent to which a high percentage of the urban population, as well as residents living around important sources of noise, are exposed.

**Methods:** A cross-sectional study was carried out to measure the perception of noise of the residents living in the area of the bay of Pasaia (Guipuzkoa, Spain). 351 dwellings were randomly selected. A structured questionnaire was used to gather information about the respondent self-perception of annoyance and sensitivity to noise. The sound pressure levels were estimated using a model that took into account the main characteristics of the different sources of noise.

**Results:** 37.5% of the sample reported to be annoyed by noise. The interviewees declared that the main source of annoyance was the traffic (60%) followed by the activity in the harbour (24%). The annoyance attributed to noise was not correlated with the estimated sound level, but with the level of sensitivity to this physical agent ( $r_s=0.36$ ;  $p<0.01$ ). The percentage of the population that showed that the noise levels interfered with activities like getting to sleep was not high (9.5%). Nevertheless, half of the interviewees had already installed in their houses some kind of protection against noise.

**Conclusions:** The relationship among the degree of annoyance caused by noise, the sensitivity to noise, the sound levels and other social and demographic variables show a very interrelated and complex phenomenon. The fact that half of the population had taken any measure to protect them from noise could have mitigated the percentage of people that declare to be annoyed by noise.

**KEYWORDS:** noise, sources of noise, annoyance, sensitivity, sleep disturbances.

en las últimas décadas han proliferado los estudios que pretenden asociar ruido y efectos perjudiciales en la salud, tanto a nivel físico (disminución de la capacidad auditiva<sup>1</sup> o alteraciones fisiológicas como variaciones en la

frecuencia cardiaca o vasoconstricción periférica<sup>2</sup>) como a nivel psicológico (ansiedad, molestia, irritabilidad, perturbación del sueño o problemas en la comunicación, entre otros<sup>2,5</sup>). La población percibe el ruido ambiental como un agente contaminante que produce molestia. Sin embargo, el grado de interferencia del ruido con actividades cotidianas y con la percepción del mismo depende de múltiples factores, psicológicos, socioeconómicos o demográficos; entre ellos la sensibilidad al ruido juega un papel singular, al interrelacionar la vulnerabilidad personal o predisposición con la exposición al ruido y el grado de molestia<sup>6</sup>.

El ruido es un problema más notorio en los núcleos urbanos, siendo la fuente principal el ruido del tráfico rodado. En Europa, cerca del 65% de la población está expuesta a niveles elevados de contaminación acústica (por encima de un nivel de presión acústica equivalente (Leq) de 55 dB(A) en 24 horas). Aproximadamente 10 millones de personas están expuestas a niveles inaceptables de contaminación acústica (Leq superiores a 75 dB(A) en 24 horas)<sup>7</sup>. En la Comunidad Autónoma de Euskadi (CAPV) la situación es muy similar. El mapa de ruido elaborado por la Viceconsejería de Medio Ambiente señala la existencia de 60 zonas expuestas a niveles acústicos superiores a 70 dB(A) en las que el tráfico es el foco emisor principal. También se identifican 40 polígonos industriales afectados por ruido asociado a su actividad<sup>8</sup>. Además, el 86% de la población declara estar bastante o muy preocupada por la contaminación urbana, en la que se incluye el tráfico y el ruido<sup>9</sup>.

El entorno de la bahía de Pasaia (Gipuzkoa) es una zona caracterizada por su degradación ambiental urbana y económica. En 2000, un grupo interinstitucional se marcó como objetivo la búsqueda de soluciones técnicas viables para la reducción del impacto ambiental generada tanto por las actividades industriales, comerciales (puerto) como por las vías de comunicación (carreteras y líneas ferroviarias). Entre los impactos ambientales considerados de mayor relevancia se consideró la contaminación atmosférica y el ruido ambiental. El objetivo del presente estudio es la valoración de la percepción del ruido por la población residente en el entorno urbano de la bahía de Pasaia, centrándolo en el grado de molestia y en las implicaciones del ruido en las actividades cotidianas, y relacionándolo, a su vez, con los niveles sonoros estimados a partir de la medición de los principales focos sonoros y su modelización para toda el área urbana abordada en el estudio.

## MATERIAL Y MÉTODOS

### 1. Tipo de estudio, características de la población de referencia y diseño muestral.

Se ha valorado la percepción del ruido de la población adulta residente en el entorno de la bahía de Pasaia por medio de un estudio transversal, basado en un cuestionario estructurado, en cuyo diseño se consideraron cuestionarios previamente utilizados<sup>5,10</sup> pero adaptados a nuestro entorno. La información recogida incluía: las características de la familia, el grado de satisfacción con los servicios del municipio, las características sociodemográficas (nivel de estudios, ocupación, renta), de la vivienda (número de habitaciones y de personas convivientes), las fuentes de ruido y molestia (tráfico, tren, actividad portuaria, urbano,...), tipo de molestia (comu-

nicación, descanso,...), sensibilidad al ruido, el estado de salud (general, insomnio, dolores de cabeza,...) y las medidas propuestas (frecuencia en la utilización métodos para dormir, aislamiento de ventanas,...). La percepción de la molestia generada por el ruido en general o por las distintas fuentes de ruido identificadas, se recogió por medio de una variable ordinal con cinco categorías: "nada", "muy poco", "algo", "bastante" o "mucho". La sensibilidad al ruido de los entrevistados se midió por medio de una escala idéntica a la señalada. En este estudio se identificaron como personas con molestia al ruido o sensibles al mismo las que señalaron las categorías: "bastante" o "mucho". Se realizó un estudio piloto con el fin de revisar y mejorar el cuestionario. El cuestionario fue cumplimentado por un encuestador adiestrado, a través de entrevista personal en euskera o castellano. Los hogares seleccionados fueron contactados previamente por carta enviada a la persona principal del hogar. Posteriormente, mediante llamada telefónica, se recogió información referente al número de miembros del hogar, seleccionando la persona que debía ser entrevistada y acordando día y hora para la encuesta.

La población objeto de estudio fue de 15.491 habitantes, residentes en los distritos censales de Pasaia, Rentería, Lezo y Donosita próximos a la bahía de Pasaia. Las características de la muestra fueron: 1) el hogar fue la unidad muestral, 2) en cada uno de los hogares seleccionados se identificó una persona mayor de 18 años, capacitada para responder al cuestionario, que hubiera residido en dicha vivienda al menos 6 meses. La muestra incluyó dos reposiciones para cada uno de los hogares, que se utilizaron cuando no se pudo contactar con ningún miembro del hogar tras ejecutar 5 llamadas a diferentes horas y días o cuando la persona a entrevistar se encontraba ausente o rechazaba la entrevista, 3) la asignación de la persona a encuestar en cada vivienda se efectuó por medio de la tabla de Kish, procedimiento que tiende a la equiprobabilidad de las personas a seleccionar dentro del hogar<sup>11</sup> y, por último, 4) los hogares seleccionados pertenecieron a los distritos y secciones censales próximos al puerto (con visual al puerto o expuestas acústicamente a la actividad del puerto), no superiores al quinto piso. La muestra fue proporcionado por Eustat, mediante selección aleatoria de los hogares, siendo el tamaño de la muestra de 476 personas (hogares), 237 de entre 18 y 40 años y 239 de más de 40 años, tomando como referencia una prevalencia de molestia del 25%, un error muestral del 5% y un nivel de confianza del 95%.

### 2. Medición de niveles sonoros, modelización. Asignación de valores sonoros a cada vivienda.

Para realizar este estudio se han analizado de forma separada las diferentes fases del sonido: emisión, propagación y recepción en los puntos más sensibles. La metodología empleada combina la medición de niveles de ruido y emplea métodos de cálculo para su modelización. Las mediciones permiten establecer los niveles de emisión de distintos focos de ruido, mientras que para la propagación del sonido y los niveles de ruido percibidos en el entorno se emplean métodos de cálculo acordes con la línea establecida en la Directiva Europea sobre Evaluación y Gestión del Ruido Ambiental<sup>12</sup>. Dicha Directiva permite abordar el problema del ruido ambiental en toda la Unión Europea de forma coherente y armonizada.

En este estudio los parámetros de evaluación fijados son:  $L_{Aeq,7-22h}$ ,  $L_{Aeq,22-7h}$  y  $L_{Amax}$  en dB(A). Además, se hace refe-

rencia a la situación característica del fin de semana y de los días laborables y se analizó el ruido de tráfico y del puerto. La propagación del ruido generado por la actividad del puerto y por las líneas de ferrocarril fue simulada utilizando el método de la ISO 9613-2<sup>13</sup>, 1996. Los niveles de emisión de cada tramo de carretera o calle considerado y su propagación en el entorno se han obtenido aplicando el método francés de cálculo de ruido de tráfico NMPB 96<sup>14</sup> y la Guide du Bruit des Transports Terrestres<sup>15</sup>. Mediante estos métodos de cálculo se han obtenido los Mapas de Ruido del ambiente exterior, aplicando una malla de receptores distanciados entre sí 15 m, que cubría toda el área de estudio. Los resultados son similares a los obtenidos en una medición de ruido ambiental acorde con la norma ISO 1996. Para la expresión gráfica de los niveles de ruido, mapas de ruido, se utilizaron intervalos de 5 dB(A).

La asignación del nivel sonoro a cada uno de los hogares se realizó utilizando un buscador geográfico interactivo, puesto a disposición por la Diputación Foral de Gipuzkoa, en el cual es posible identificar cada vivienda de los callejeros de los municipios afectados y, posteriormente, identificar el punto en el mapa de ruido, elaborado tal y como se ha señalado anteriormente. A las viviendas con fachadas expuestas a diferentes rangos de ruido se les asignó el valor medio.

**3. Análisis estadístico.**

La información aportada por la encuesta y por el estudio de niveles sonoros se analizó utilizando el paquete estadístico SPSS. Se realizó un análisis frecuencial de las variables. La asociación entre variables cualitativas se analizó utilizando  $\chi^2$ ; entre variables que podían asumir al menos una escala ordinal se utilizó el coeficiente de correlación de Spearman ( $r_s$ ). Se han considerado asociaciones estadísticamente significativas las que alcanzaban un nivel de significación con un valor de p menor a 0.05.

**RESULTADOS**

En los seis primeros meses de 2002, se realizaron 351 encuestas, lo que equivale a un 73.8% del tamaño muestral calculado. El grado de participación fue del 47% entre los titulares de la muestra seleccionada, del 53.3% en la muestra de las primeras reposiciones y del 33.3% en la segunda. Las características de la población encuestada se indican en la Tabla 1. El número de encuestas realizadas por municipio es proporcional al número de hogares de los distritos y secciones censales incluidas en el área de estudio, razón por la que la mayoría de los encuestados (179) son del municipio de Pasaia, seguido por Rentería (81), Lezo (71) y Donostia (10).

**Tabla 1.- Características sociodemográficas de los participantes en el estudio**

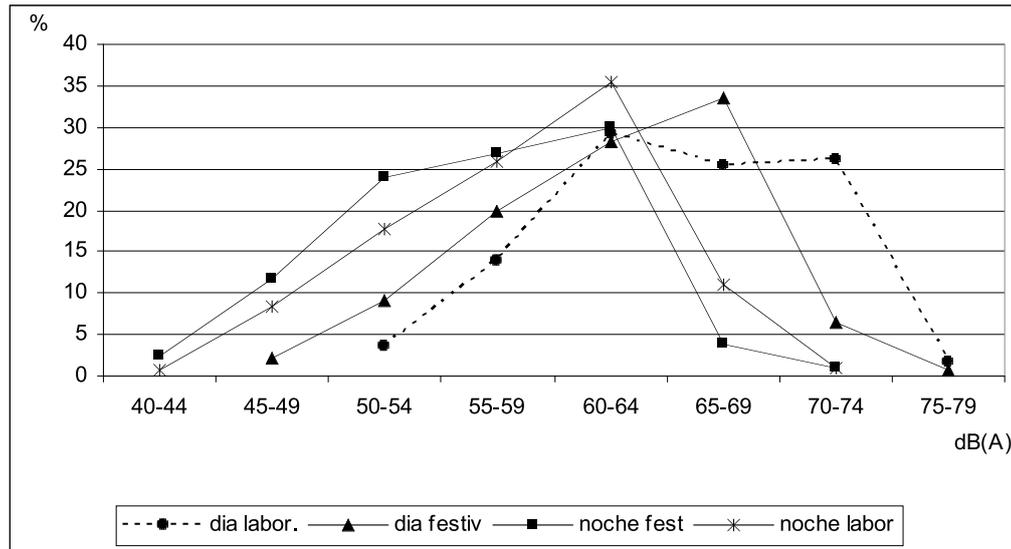
Variable	Frecuencia	(%)
<b>Género</b>		
hombre	149	42.5
mujer	202	57.5
<b>Edad (años)</b>		
18-34	65	18.5
35-64	191	54.4
≥65	95	27.1
<b>Nivel de estudios</b>		
sin estudios	29	8.3
primaria	165	47.0
secundaria	105	29.9
est. universitarios	52	14.8
<b>Actividad laboral*</b>		
trabajando	173	50.0
desempleado	27	7.8
jubilado-pensionista	114	33.0
estudiante	7	2.0
ama de casa	25	7.2
<b>Salario familiar (€)*</b>		
<6.000	49	17.5
6.000-12.000	118	42.0
12.001-24.000	90	32.0
>24.000	24	8.5
<b>Índice de hacinamiento*</b>		
<1	135	39.5
≥1	207	60.5
<b>Estado de salud</b>		
muy buena/buena	274	78.1
regular	70	19.9
mala/muy mala	7	2.0

\* El número de sujetos que aportaron información sobre esta variable fue menor al número total de entrevistados (n=351)

Los valores de los niveles sonoros continuos equivalentes  $L_{eq}$  dB(A) estimados en las fachadas de las viviendas de los encuestados, tanto para días laborales como festivos, así como para periodo de día y noche, siguen una distribución normal. En la Figura 1 se observan a modo de ejemplo los niveles sonoros para día y noche de días laborales. Los valores medios de ruido diurno fueron de 65.3 dB(A) y 62.4 dB(A) para los días de labor

y festivos respectivamente. Para el periodo nocturno, los niveles de ruido medio fueron de 58.3 dB(A) para los días laborales y 56.4 dB(A) para los festivos. El 96.5% (laborables) y el 88.7% (festivos) de los encuestados estaban expuestos a niveles sonoros externos superiores a 55 dB(A) durante el día y el 99.3% (laborables) y el 97.5% (festivos) a niveles superiores a 45 dB(A) durante la noche.

**Figura 1.- Distribución de los niveles sonoros diurno-laboral, diurno-festivo, nocturno-laboral y nocturno-festivo.**



El 63.8% de los encuestados declaró sentirse globalmente satisfechos (bastante o mucho) con su barrio. Se observaron diferencias significativas entre los municipios, ya que mientras en los distritos de Lezo y Rentería el grado de satisfacción fue 79%, en los de Pasaia y Donostia solo fue del 52.2% y 52.6% ( $\chi^2 = 26.57$ ;  $p > 0.01$ ). Los mayores de 65 años mostraron mayor grado (74.7%) de satisfacción con el barrio que los más jóvenes (59.7%)

( $\chi^2 = 6.73$ ;  $p < 0.01$ ). También manifestaron estar más satisfechos con el barrio los hombres (69.8%) que las mujeres (59.4%) ( $\chi^2 = 4.01$ ;  $p < 0.05$ ). La valoración de la percepción del nivel de ruido fue peor que la valoración del barrio en su globalidad, ya que solo el 43.8% se declaró bastante o muy satisfecho con el mismo. No se observaron diferencias en la valoración del ruido del barrio entre municipios, ni tampoco por edad o sexo.

**Tabla 2.- Nivel de molestia atribuida al ruido según distintas variables.**

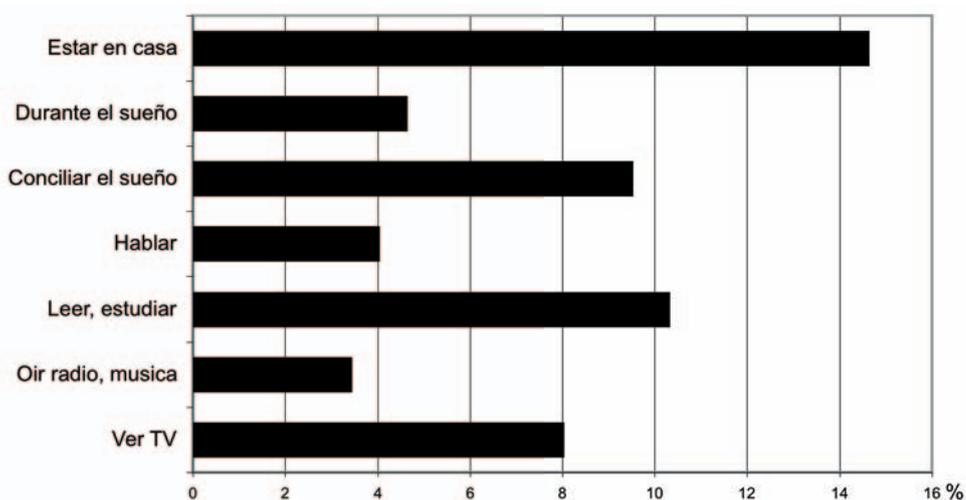
	Les molesta	
	n	%
<b>Municipio:</b>		
• Pasaia	56	31.2
• Renteria	34	42.0
• Lezo	34	47.9
• Donostia	8	42.1
<b>Sexo:</b>		
• hombre	53	35.6
• mujer	79	39.1
<b>Edad (años):</b>		
• 18-34	27	41.5
• 35-64	84	44.0
• ≥65	21	22.6
<b>Periodo del día:</b>		
• día	64	18.2
• noche	75	21.4
<b>Grado de hacinamiento:</b>		
• <1	74	36.1
• ≥	55	40.7

El índice de hacinamiento fue calculado por el cociente: de número de personas en el hogar /número de habitaciones del hogar.

En la Tabla 2 se observan las características asociadas a la molestia atribuida al ruido. El ruido provoca bastante o mucha molestia al 37.6% de la muestra de estudio. La percepción de molestia por el ruido no mostró diferencias entre hombres y mujeres y tampoco según municipio de residencia. Sin embargo, sí se observaron diferencias con respecto a la edad, mostrando las personas de 65 o más años menor grado de molestia que las más jóvenes ( $\chi^2=12.65$ ;  $p<0.01$ ). Tampoco se observaron diferencias en la molestia atribuida al ruido en función del periodo del día (día o noche). Solamente el 8.3% de los encuestados percibían molestias por ruido de forma continuada, tanto de día como de noche, mientras que el 23.1% referían bastante o mucha molestia bien de día o de noche. El tráfico

fue la fuente de ruido diurno más frecuentemente referido como causante de molestia (60.3%), seguido del puerto (24.2%). Por la noche, el tráfico seguía siendo la fuente más frecuentemente de molestia (38.8%) y el puerto, sin actividad nocturna relevante, disminuía su impacto notoriamente (29.5%). La actividad generada en torno a los bares y zonas de ocio aunque fue una causa de molestia menor, adquiría cierta importancia de noche (1.6% -día y 19.7% -noche). El grado de interferencia del ruido con diferentes actividades cotidianas realizadas en la vivienda de los encuestados se observa en la figura 2. Las actividades con mayor grado de interferencia son la lectura y el estudio (10.3%) y la conciliación del sueño (9.5%).

**Figura 2.- Población con alto grado de interferencia de distintas actividades cotidianas por ruido.**



**Tabla 3.- Población que oye y le molesta el ruido según fuente.**

Fuente ruido	Oyen		Les molesta*		Les molesta si oyen
	n	%	n	%	%
Comercio	19	5.4	6	1.7	31.5
Niños	313	89.4	15	4.3	4.8
Tráfico	341	97.7	122	35.0	35.8
Tren	167	47.6	28	8.0	16.8
Bocina	288	82.3	41	11.7	14.3
Industria	58	16.5	24	6.8	41.2
Bares	95	27.1	18	5.1	18.8
Construcción	205	58.7	34	9.7	16.6
Vecinos	328	93.7	34	9.7	10.4
Puerto	172	49.1	49	14.0	28.6

\*Les molesta bastante o mucho

La Tabla 3 refleja la proporción de población que oye el ruido según el foco emisor y el grado de molestia generado. Los ruidos que más se oyen (>80%) son los derivados del tráfico, de los vecinos, del juego de los niños, y de las bocinas. Sin embargo, el hecho de oír un ruido no implica que genere molestia, ya que el ruido provocado por los niños solo molesta al 5% de los encuestados. Los ruidos que producen molestia en un porcentaje mayor de encuestados son el del tráfico y el del puerto. Cuando el grado de molestia generado por un tipo de ruido se ajusta por la población que lo oye, se observa que la industria, el tráfico, el comercio y el puerto tienen mayor capacidad de generar molestia que otras actividades (niños, vecinos, construcción,...).

La autovaloración de la sensibilidad al ruido y del grado de molestia atribuido al mismo se correlacionan entre sí de forma moderada ( $r = 0.36$ ;  $p < 0.01$ ) pero estadísticamente significativa. Así mismo, la sensibilidad se

asocia a los niveles sonoros de los diferentes periodos de tiempo estudiados. Las personas que se declaran más sensibles al ruido están expuestas a niveles sonoros significativamente inferiores ( $p < 0.01$ ) que los que se declaran menos sensibles, tanto para los niveles de D-L (68.4 vs 62.2 dB(A)) como de D-F (66.1 vs 59.7 dB(A)) o N-L (63.0 vs 56.2 dB(A)) o N-F (61.5 vs 54.8 dB(A)). También se observan asociaciones positivas débiles, pero significativas, entre la sensibilidad y el nivel de estudios y la frecuencia en la utilización de métodos para dormir, y asociación negativa entre la sensibilidad y la percepción del estado de salud. La dificultad para la recuperación nocturna con cansancio al levantarse fue una situación asociada positivamente tanto al grado de sensibilidad como de molestia ( $r = 0.11$ ;  $p < 0.05$  y  $r = 0.14$ ;  $p < 0.01$  respectivamente). La molestia, a diferencia de la sensibilidad, no se asoció con los niveles de ruido en los periodos analizados.

**Tabla 4.- Correlación (rs) entre sensibilidad y molestia de la muestra de estudio con los distintos niveles sonoros (día/noche y laboral/festivo) y otras variables de interés (n=351).**

	Nivel sonoro D-L <sup>§</sup>	Nivel sonoro D-F <sup>§</sup>	Nivel sonoro N-L <sup>§</sup>	Nivel sonoro N-F <sup>§</sup>	Nivel estudios	Frecuencia métodos dormir <sup>a</sup>	Cansancio al levantarse	Estado de salud <sup>b</sup>	Molestia
<b>Sensibilidad<sup>‡</sup></b>	0.13*	0.13*	0.16**	0.14*	0.28**	0.15**	0.11*	-0.17**	0.32**
<b>Molestia<sup>‡</sup></b>	-0.07	-0.07	-0.07	-0.07	0.23**	-0.01	0.14**	0.06	

\* $p < 0.05$ ; \*\* $p < 0.01$ .

§ D-L: día-laboral; D-F: día-festivo; N-L: noche-laboral; N-F: noche-festivo.

‡ autopercepción de la sensibilidad y molestia al ruido medida en escala ordinal: nada (1), muy poco (2), algo (3), bastante (4) y mucho (5).

<sup>a</sup> medida en escala ordinal: muchas veces (1), frecuentemente (2), algunas veces (3), poco (4), nunca (5).

<sup>b</sup> autopercepción medida en escala ordinal: muy mala (1), mala (2), regular (3), bastante buena (4) y muy buena (5).

Entre las consecuencias que provocan los niveles altos de ruido en los residentes de las viviendas expuestas se encuentran el aislamiento de la vivienda, el cambio de domicilio o la presentación de alguna queja o denuncia. Un 50.6% de los encuestados habían instalado en sus viviendas algún tipo de aislamiento contra el ruido, siendo más frecuente entre los más sensibles al ruido (56% vs 43%) y también entre los que perciben mayor grado de molestia (61% vs 41.4%). Además, un 8.9% había pensado, alguna vez, cambiarse de vivienda a causa del ruido.

## DISCUSIÓN

Tomando como referencia el nivel de 55 dB(A), como un nivel acústicamente deficiente, la valoración del nivel sonoro al que está expuesta la población de la bahía de Pasaia resulta claramente excesiva. Similar valoración se obtiene tomando como referencia el valor de 45 dB(A) para el periodo nocturno. En términos de molestia percibida por la población, un 37.6% de los encuestados percibe bastante o mucha molestia, siendo un 17.5% la que lo califica como altamente molesta. Este último valor es similar a los encontrados en otros municipios de la CAPV<sup>10</sup> y se encuadra en el relativamente amplio rango de población que percibe como muy molesta la exposición a niveles sonoros como los obtenidos en este estudio<sup>10,16,17</sup>. En cuanto a las características sociodemográficas estudiadas, las personas mayores de 65 años mostraron un grado de molestia menor en relación con los grupos de edad más jóvenes, así mismo se observó una correlación positiva entre el nivel de estudios y el grado de molestia. Por el contrario no se observó asociación significativa alguna entre el grado de molestia percibido y los distintos niveles sonoros medidos (día/noche y laborable/festivo), lo cual contrasta con la asociación positiva encontrada por otros autores<sup>3,10,16,17</sup> en estudios realizados en entornos de distintas ciudades europeas y de Estados Unidos, expuestos a distintas fuentes de ruido.

En este estudio la valoración de los niveles de ruido del barrio fue peor que la del barrio en su globalidad (43.8% vs 63.8%), no observándose diferencias en la percepción del ruido según municipios, ni tampoco por edad o género. El elevado grado de satisfacción con el barrio, a pesar del ruido, sugiere una buena valoración de los servicios de barrio en su conjunto y un sentido de comunidad, a la vez que indica la pérdida de confort que puede causar el ruido. La fuente principal de ruido molesto se atribuye al tráfico y a la actividad del puerto, seguido por las bocinas de los vehículos. Pero no todos los ruidos por ser audibles tienen igual capacidad de generar molestia. Así, hay ruidos que aunque se oyen por la mayoría de la población estudiada, como el de los niños (≈90%), no genera molestia (4.3%), mientras que otros como los provocados por la industria o por la actividad del comercio, aunque poco oídos generan elevada molestia, por encima del provocado por el tráfico y el puerto.

La sensibilidad es una de las características que tradicionalmente se ha considerado más importantes a la hora de modular el grado de molestia percibido<sup>6, 18-21</sup>. Nuestros resultados, en consonancia con otros estudios<sup>18</sup>, indican una asociación moderada pero significativa entre sensibilidad y molestia, de modo que la población más sensible al ruido sufre mayor grado de molestia cuando se expone al mismo nivel de ruido. También se ha obser-

vado asociación, aunque débil pero significativa, entre la sensibilidad y los distintos niveles sonoros medidos.

Muchos estudios han tratado de analizar los efectos psicológicos y físicos atribuibles al ruido, si bien los resultados no siempre son concluyentes<sup>22, 23</sup>. La percepción de la salud, el stress, la dificultad para conciliar el sueño, las interferencias del mismo o la utilización de métodos para dormir, son algunos de los efectos más estudiados. En nuestro estudio, la percepción de la salud se asoció inversamente con la sensibilidad, presentando peor valoración las personas más sensibles. Además, la dificultad para la recuperación nocturna y la percepción de levantarse cansado por la mañana se asoció positivamente a la sensibilidad y a la molestia. Sin embargo, el porcentaje de población con alto grado de dificultad para conciliar el sueño fue muy inferior (9,5%) al señalado para otros municipios: Mondragón<sup>10</sup> (27%) o el barrio de Natzaret (Valencia)<sup>5</sup> (25%). En relación con la interferencias a la hora de dormir, un 4.6% declaró molestias importantes y un 11.1% algún grado de molestia, valores similares a los de la ciudad de Valencia<sup>3</sup> pero inferiores a los de Mondragón (47%).

El alto porcentaje de viviendas en las que se había instalado algún tipo de aislamiento (50.6%), en contraste con los bajos niveles declarados en otros estudios, en torno al 7% en Valencia<sup>24</sup>, podría explicar la ausencia de asociación significativa entre el nivel de ruido y el grado de molestia percibido. La asociación encontrada entre el grado de molestia y sensibilidad al ruido y el hecho de que las personas más sensibles vivan en zonas con menores niveles sonoros sugiere que las personas más sensibles podrían haber optado por cambiar de residencia a zonas con menor nivel de ruido, a la vez que explicaría la ausencia de asociación entre grado de molestia y niveles sonoros. No obstante, el diseño del estudio solo nos permite establecer asociaciones pero en ningún caso relaciones de causalidad. Por último, señalar que el moderado grado de participación (47% en la serie titular) puede también influir en estos resultados, ya que tal y como se señala en un estudio realizado en Ámsterdam<sup>17</sup>, la población con menos deseo de participar puede presentar niveles de molestia al ruido mayores que los participantes.

## AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer al Departamento de Ordenación del Territorio, Vivienda y Medio Ambiente, del Gobierno Vasco, y a la Autoridad Portuaria de Pasajes su colaboración en la caracterización de los niveles sonoros en la zona de estudio.

## BIBLIOGRAFIA

- 1.-Alberti PW. Noise induced hearing loss. *Br Med J* 1992; 304: 522.
- 2.-World Health Organization. Guidelines for community noise. Geneva: World Health Organization; 1999. Disponible en: [www.who.int/docstore/peh/noise/guidelines2.html](http://www.who.int/docstore/peh/noise/guidelines2.html)
- 3.-Morales MM, Llopis A, Cotanda P, García AM, García A. Evaluación de los efectos del ruido ambiental sobre los residentes en el centro histórico de Valencia. *Rev San Hig Púb* 1992; 66: 239-244.
- 4.-Sanz SA, Sancho E, San Martín E. Efectos del ruido sobre la salud y el proceso educativo de los niños. *Medifam* 2000; 10: 171-7.

- 5.-Aparicio-Ramón DV, Morales MM, García A, Llopis A, Ruano L, Sánchez AM *et al.* Subjective annoyance caused by environmental noise. *J Environ Pathol Toxicol Oncol* 1993; 12: 237-43.
- 6.-Standfeld SA, Clark CR, Jenkins LM, Tarnopolsky A. Sensitivity to noise in a community sample: I. Measurement of psychiatric disorder and personality. *Psychol Med* 1985; 15: 342-54.
- 7.-Ministerio de Medio Ambiente. Medio ambiente en Europa: segunda evaluación. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente; 2001.
- 8.-Departamento de Ordenación del Territorio y Medio Ambiente. Gobierno Vasco. Diagnóstico. Medio ambiente en la comunidad autónoma del País Vasco 2001. Vitoria-Gasteiz: Departamento de Ordenación del Territorio y Medio Ambiente; 2001.
- 9.-Departamento de Ordenación del Territorio y Medio Ambiente. Gobierno Vasco. Ecobarómetro Social 2001. ¿Qué opina la población vasca sobre el medio ambiente?. Vitoria-Gasteiz: Departamento de Ordenación del Territorio y Medio Ambiente; 2001. Disponible en: [www.ihobe.es/variados/pma/-descarga/Ecobarometro\\_Social.pdf](http://www.ihobe.es/variados/pma/-descarga/Ecobarometro_Social.pdf)
- 10.-Larburu K, Aurrekoetxea J. Molestias producidas por el ruido ambiental urbano en Eibar y Arrasate-Mondragon. En: Calvo-Manzano A, Perera P, Santiago JS, editores. Libro de Conferencias y Comunicaciones de las Jornadas Nacionales de Acústica. Barcelona, 1996: 27-30.
- 11.-Kish L. A procedure for objective respondent selection within the household. *J Am Statist Assoc* 1949; 44: 380-7.
- 12.-Diario Oficial de las Comunidades Europeas. Directiva 2002/49/CE sobre evaluación y gestión del ruido ambiental. DOCE núm L189/12, 18/7/2002.
- 13.-ISO 9613-2: Acoustics- Attenuation of sound propagation outdoors, Part 2: General method of calculation. Geneva: International Organization for Standardization; 1996
- 14.-Centre d'études sur les réseaux, les transports, l'urbanisme et les constructions; Service d'études techniques des routes et autoroutes; Laboratoire central des ponts et chaussées; Centre scientifique et technique du bâtiment. NMPB-Routes-96 : Bruit des infrastructures routières. Méthode de calcul incluant les effets météorologiques. Lyon : CERTU-SETRA-LCPC-CSTB ; 1997.
- 15.-Centre d'études sur les réseaux, les transports, l'urbanisme et les constructions. Guide du bruit des transports terrestres. Fascicule prévision des niveaux sonores. Lyon : CETUR ; 1980.
- 16.-Schultz TJ. Synthesis of social survey on noise annoyance. *J Acoust Soc Amer* 1978; 64: 377-405.
- 17.-Meijer H, Knipschild O, Sallé H. Road traffic noise annoyance in Amsterdam. *Int Arch Occup Environ Health* 1985; 56: 285-97.
- 18.-Standfeld SA, Sharp D, Gallacher J, Babisch W. Road traffic noise, noise sensitivity and psychological disorder. En: Ising H, Kruppa B, editores. *Larm und Krankheit: Noise and disease*. Stuttgart: Gustav Fischer Verlag; 1993. p. 179-88.
- 19.-Job RFS. Community response to noise: a review of factors influencing the relationship between noise exposure and reaction. *J Acoust Soc Amer*; 1988; 83: 991-1001
- 20.-Tarnopolsky A, Morton-Williams J. Aircraft noise and prevalence of psychiatric disorders. Research report. Social and Community Planning Research: London; 1980.
- 21.-Anderson CM. The measurement of attitude to noise and noises. National Physical Laboratory Acoustics Report, Ac 52; 1971
- 22.-Finke HO, Guski R, Martin R, Rohrmann B, Schumer R, Schumer-Kohrs A. Effects of aircraft noise on man. Proceeding of the symposium on noise in transportation, Section III, paper 1. Institute of Sound and Vibration Research, Southampton; 1974
- 23.-Grandjean E, Graf P, Cauber A, Meier HP, Muller R. A survey of aircraft noise in Switzerland. Proceeding of the International Congress on Noise as a Public Health Problem. Dubrovnik; 1973: 645-659.
- 24.-Llopis A, García AM, García A. Alteraciones del sueño producidas por el ruido ambiental. *Gaceta Sanitaria* 1989; 12: 421-426.

# SISTEMAS DE VIGILANCIA DE RIESGOS AMBIENTALES PARA LA SALUD. SISTEMAS DE TOXICOVIGILANCIA

## HEALTH ENVIRONMENTAL RISKS SURVEILLANCE SYSTEMS: TOXICOLOGICAL SURVEILLANCE

Ana Ferrer Dufol<sup>1</sup>, Santiago Nogué Xarau<sup>1</sup>, Francisco Vargas Marcos<sup>2</sup>, Olivia Castillo Soria<sup>2</sup>, Pilar Gascó Alberich<sup>3</sup>, Ana de la Torre Reoyo<sup>3</sup>, Eduardo de la Peña de Torres<sup>3</sup>

Asociación Española de Toxicología y Subdirección General de Sanidad Ambiental y Salud Laboral, Ministerio de Sanidad y Consumo

### RESUMEN

Se presenta el estudio de la Sección de Toxicología Clínica, sobre vigilancia epidemiológica en los Servicios de Urgencias, que tienen como causa intoxicaciones por productos químicos en el periodo de 1999-2003) y dentro del convenio de Asociación Española de Toxicología (AETOX) con el Ministerio de Sanidad y Consumo; trabajo presentado en el Congreso Nacional de Medio Ambiente (CONAMA) en el Grupo de trabajo “Sistemas de Vigilancia de Riesgos Ambientales para la Salud”.

**PALABRAS CLAVE:** toxicovigilancia, intoxicación, productos químicos.

La Valoración de Riesgo es el principal instrumento de control del riesgo que los productos químicos, ya sean compuestos industriales, plaguicidas, aditivos alimentarios, compuestos farmacéuticos, detergentes o cosméticos, pueden producir sobre la salud humana.

Sin embargo, como ya se constató en el documento anterior de este grupo de trabajo<sup>4</sup>, existe una creciente preocupación porque la actual política y legislación comunitaria en esta materia, no proporciona un grado de protección satisfactorio. Las principales razones para ello las encontramos en la escasez de información toxicológica y la escasez de criterios científicos para valorar adecuadamente el riesgo de cada sustancia

En la práctica, esto se traduce en una falta de información sobre medidas de seguridad relativas al correcto uso y manejo de los productos por parte de los usuarios, que

### ABSTRACT

A study of the Clinical Toxicological Section, about the Epidemiological Surveillance in Emergency Services, in relation to chemical products intoxications during the 1999 - 2003 period, is presented. This work is a result of an agreement between the Spanish

Toxicological Association (AETOX) and the Spanish Ministry of Health and Consumption, and was presented in the National Congress of Environment (CONAMA) within the “Health Environmental Risks Surveillance Systems” working group.

**KEY WORDS:** toxicological surveillance, intoxication, chemical products.



<sup>1</sup> Sección de Toxicología Clínica, Asociación Española de Toxicología (aferrer@unizar.es) (nogue@medicina.ub.es)

<sup>2</sup> Subdirección Gral de Sanidad Ambiental y Salud Laboral. Dirección General de Salud Pública. Ministerio de Sanidad y Consumo (fvargas@msc.es) (ocastillo@msc.es)

<sup>3</sup> Sección de Toxicología Ambiental, Asociación Española de Toxicología (p.gasco@mju.es) (torre@inia.es) (epena@ccma.csic.es)

<sup>4</sup> Gascó P, de la Torre A, de la Peña E, Valcarce E, Caballo C, Castillo O, Polo A, Fritis H, Muñoz MJ, Carballo M, Roset J, Tarazona JV, Elvira M, Valverde JL, Martínez-Arrieta R. (2002) Exposición a Sustancias Químicas y Salud Humana: Avances en la Política del Riesgo químico. Rev. Salud Ambiental, 2(2), 80-83.

debería ser aportado a través del etiquetado, fichas de datos de seguridad, etc.

Como consecuencia de ello, continúan produciéndose un importante número de accidentes laborales y domésticos.

El Instituto Nacional de Toxicología y Ciencias Forenses, mediante el Servicio de Información Toxicológica, en el año 2003, recibió 137.085 consultas telefónicas relacionadas con la exposición a productos químicos. En más del 50,2% de estas consultas, el motivo fue la exposición potencialmente tóxica a productos químicos, ya sean de uso doméstico o profesional.

Por esta razón, es especialmente relevante el papel que juegan las diferentes medidas puestas en marcha para potenciar la eficacia en la valoración de riesgo y control de las sustancias químicas. A nivel europeo, cabe destacar la reciente propuesta de borrador del Reglamento REACH<sup>5</sup> que pretende dar un impulso a la Valoración de Riesgo de las sustancias químicas mediante la unificación del registro de todas las sustancias y productos, la priorización de la evaluación de sustancias con mayor potencial de peligro y, la disminución de la cantidad de ensayos requeridos, con el fin de acelerar el proceso de evaluación y de evitar una experimentación animal innecesaria.

Desde un punto de vista práctico, no cabe duda de que una de las medidas más necesarias e importantes es la existencia de un **Sistema de Toxicovigilancia o sistema de vigilancia epidemiológica de sustancias y preparados químicos peligrosos (spqp)** que nos permita detectar los daños sobre la salud de la población causados por el uso o manejo de las sustancias químicas e identificar cuál o cuáles de ellas están causando dicho daño, para proceder a utilizar alguno de los posibles mecanismos de prevención y control previstos (prohibición o restricción de la comercialización, clasificación de peligrosidad, modificaciones en el etiquetado, etc.).

En España, esta medida fue puesta en marcha en 1997, a través de la creación de una Red Nacional de Vigilancia, Inspección y Control de Productos Químicos, coordinada desde la Subdirección General de Sanidad Ambiental y Salud Laboral del Ministerio de Sanidad y Consumo, y cuyo objetivo principal es obtener información periódica sobre las características epidemiológicas de las intoxicaciones agudas, aparición de casos no esperados, agrupaciones temporales de intoxicaciones por un agente dado, que permitiría adoptar las medidas necesarias para prevenir o evitar la progresión de los problemas de salud ocasionados por productos químicos y/o tratar correctamente sus consecuencias. Este Sistema se puso en marcha mediante un acuerdo con la Sección de Toxicología Clínica de la Asociación Española de Toxicología a través del programa: "Estudio de vigilancia epidemiológica de intoxicaciones causadas por productos químicos" que está en funcionamiento desde el año 1999. El Anexo 1<sup>6</sup> constituye un perfecto resumen del citado programa de colaboración entre el Ministerio de Sanidad y Consumo y la Asociación Española de Toxicología, actividad de máximo in-

terés para la prevención de las intoxicaciones de carácter doméstico.

## Anexo 1

### ESTUDIO DE VIGILANCIA EPIDEMIOLÓGICA EN LOS SERVICIOS DE URGENCIAS DE INTOXICACIONES CAUSADAS POR PRODUCTOS QUÍMICOS (1999-2003)

En virtud de un convenio suscrito por el Ministerio de Sanidad y Consumo, a través de la Subdirección General de Sanidad Ambiental y Salud Laboral, de la Dirección General de Salud Pública, con la Sección de Toxicología Clínica de la Asociación Española de Toxicología se ha desarrollado desde el año 1999 un Sistema de Toxicovigilancia, cuyo objetivo principal es la detección de los principales problemas de salud relacionados con la exposición a sustancias y preparados químicos peligrosos, que permita la instauración de medidas preventivas institucionales mediante la notificación de los casos de intoxicación por productos químicos de uso doméstico, agrícola o industrial atendidos en los Servicios de Urgencias de los Hospitales participantes.

Se presenta a continuación un resumen de los datos obtenidos en los primeros 5 años del Programa.

**Nº de casos: 2655 (1 de enero de 1999 a 31 de diciembre de 2003)**

#### Hospitales participantes: 20 Nº casos aportados

- Hospital Universitario de Canarias 171
- Hospital de Navarra 231
- Hospital de Torrecárdenas 237
- Hospital Clínico de Zaragoza 588
- Hospital General Universitario de Valencia 66
- Hospital La Fe de Valencia 113
- Hospital Carlos Haya de Málaga 67
- Hospital Clínico de Salamanca 201
- Hospital Ntra. Sra. de Aranzazu de San Sebastián 104
- Hospital Clínico de Barcelona 434
- Hospital Río Hortega de Valladolid 38
- Hospital de Zumárraga 17
- Hospital Ntra. Sra. de la Candelaria de Tenerife 4
- Hospital Juan Canalejo 1
- Hospital San Jorge de Huesca 54
- Hospital Central de Asturias 29
- Hospital Ntra. Sra. de Meritxell de Andorra 38
- Hospital de San Pablo de Barcelona 14
- Hospital Son Dureta de Mallorca 27
- Hospital Universitario Miguel Servet de Zaragoza 221

#### Ingreso hospitalario

SI: 748 (28,17%)  
NO: 1907 (71,83%)

#### Punto de asistencia:

Urgencias 2223 (83,73%)  
Boxes de observación 333

<sup>5</sup> Comisión Comunidades Europeas (2001) Libro Blanco. Estrategia para la futura política en materia de sustancias y preparados químicos. Bruselas, 27.2.2001 COM (2001) 88 final.

<sup>6</sup> Ferrer A, Nogué S (2004) Estudio de vigilancia epidemiológica en los servicios de urgencia de Intoxicaciones causadas por productos químicos (Informe Técnico Anual, 31 diciembre 2003).

UCI 55  
Otros 12

**Sexo:**

Hombres 1333  
Mujeres 1322  
Edad media 37,73 ± 22,53 (mínimo 11 días, máximo 100 años)  
Distribución por edades:  
0-14 387  
15-29 620  
30-44 640  
45-59 428  
60-74 325  
>75 175

**Distribución mensual**

Enero 262 Julio 227  
Febrero 241 Agosto 233  
Marzo 234 Septiembre 192  
Abril 226 Octubre 179  
Mayo 240 Noviembre 209  
Junio 220 Diciembre 173

**Distribución semanal**

Lunes 394 Viernes 381  
Martes 333 Sábado 378  
Miércoles 312 Domingo 377  
Jueves 367

**Tipo de intoxicación**

Doméstica 1737 (65,42%)  
Laboral 429  
Suicida 348  
Homicida 1  
Otras 104  
NS/NC 14

**Tipo de tóxico**

Gases tóxicos 562 (21,17%) (Monóxido de carbono 525)  
Gases irritantes 373 (Cloro/cloramina 221)  
Otros gases 16  
Cáusticos 803 (30,24%) (Lejía 341)  
Detergentes 203  
Disolventes 225  
Plaguicidas 296 (Insecticidas O-P 88)  
Metales 19  
Otros 146  
NS/NC 18

**Lugar intoxicación**

Domicilio 2021 (76,12%)  
Trabajo 412  
Aire libre 74  
Colegios o instituciones 40  
Otros 43  
NS/NC 43

**Vía de entrada**

Oral 1078  
Respiratoria 1098  
Cutánea 130  
Ocular 410  
Clínica: SI 2290 (86,25%)  
NO 365

**Manifestaciones clínicas**

Neurológica 610 C-V 57  
Respiratoria 588 Renal 5  
Digestiva 836  
Otras 43  
Dérmica 97  
Ocular 385

**Tratamiento:**

SI 2203 (82,98%)  
NO 452

**Tipos de tratamiento**

Descontaminación digestiva 267  
Descontaminación cutánea/ocular 271  
Antídotos 606  
Eliminación 37  
Mantenimiento 1497

**Estancia media en los servicios de urgencias:**

45 horas (mínimo 15 minutos, máximo 90 días)

**Evolución:**

Curación y/o mejoría 2611  
Fallecimiento 44 (1,66%)

**Análisis fallecidos**

Número total: 44  
Sexo: Hombres 32  
Mujeres 12  
Media de edad: 58 años (rango 22-95)

**Tipo de intoxicación:**

Suicida: 33  
Doméstica: 9  
Laboral: 1  
NS: 1

**Agentes:**

Gases tóxicos (CO): 5  
Disolventes: 6  
Metanol 5  
Percloroetileno 1  
Cáusticos: 13  
Sulfumán 11  
Acido sulfúrico 1  
Otros 1  
Plaguicidas: 20  
Paraquat 14  
O-P 2  
Glifosato 1  
Carbamatos 3

**CONCLUSIONES**

1.- Este tipo de estudio permite mantener actualizado el perfil de intoxicaciones humanas por productos químicos.

2.- Se pueden clasificar estos productos en las cinco familias más importantes: cáusticos, gases tóxicos, gases irritantes, plaguicidas, disolventes y detergentes.

3.- Se pueden identificar los agentes más peligrosos por su frecuencia o mortalidad: CO, metanol, paraquat y HCl.

Por todo ello hay que insistir en la necesidad de realizar un esfuerzo preventivo dirigido al entorno doméstico y, en particular, en relación con las fuentes de exposición al CO, y con la manipulación de sustancias de limpieza de tipo cáustico que liberan gases irritantes. Así mismo

habría que intentar controlar la presencia en el entorno humano de los agentes químicos más peligrosos como el metanol en el ambiente doméstico y el paraquat en el agrícola.

SOCIEDAD ESPAÑOLA



DE SANIDAD AMBIENTAL

### **SESA: UN FORO DE INVESTIGACIÓN Y DEBATE**

La Sociedad Española de Sanidad Ambiental se constituyó con el objetivo prioritario de servir de foro para agrupar a las personas físicas o jurídicas, cuyas actividades profesionales o científicas se desenvuelven en el campo de la Sanidad Ambiental. Su finalidad es favorecer el intercambio de conocimientos en los campos de la investigación, gestión, formación de personal o cualquier otro que contribuya al desarrollo y difusión de la Sanidad Ambiental.

Con independencia, objetividad y profesionalidad, la SESA quiere comprometerse con la sociedad española a dar una respuesta científica a los rápidos cambios que se producen en el campo de la Salud y Medio Ambiente, tan necesitado de foros de exposición, intercambio y comunicación, centrándose en el estudio e identificación de los factores de riesgo ambientales y los efectos sobre la salud, aportando soluciones realistas y efectivas.

### **¿QUÉ ACTIVIDADES DESARROLLA LA SESA?**

- Grupos de trabajo
- Jornadas científicas
  - Seminarios
  - Mesas redondas
- Revista de Salud Ambiental
- Información y estudios de Sanidad Ambiental

### **¿CÓMO PUEDES ASOCIARTE?**

Dirigirse a la secretaría administrativa de SESA: TILESА OPC, S. L.  
C/ Londres, 17. 28028 MADRID  
Tel.: 913 612 600 - Fax: 913 559 208 - E-mail: [sesa@tilesa.es](mailto:sesa@tilesa.es)

# PERSPECTIVAS DE SALUD AMBIENTAL EN LA INVESTIGACIÓN DE BROTES EPIDÉMICOS ASOCIADOS CON UNA ZONA DE ABASTECIMIENTO DE AGUAS DE CONSUMO HUMANO

## *PERSPECTIVES OF ENVIRONMENTAL HEALTH IN OUTBREAKS RESEARCH ASSOCIATED WITH A ZONE OF CONSUMPTION WATER SUPPLY HUMAN*

Joaquín Gámez de la Hoz<sup>1</sup>, Antonio Lara Villegas<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Biólogo y Técnico de Sanidad Ambiental. Distrito Sanitario Valle del Guadalhorce. Servicio Andaluz de Salud

<sup>2</sup> Médico. Distrito Sanitario Valle del Guadalhorce. Servicio Andaluz de Salud

### RESUMEN

**Introducción.** El propósito de este trabajo fue estudiar la magnitud, posibles causas y factores ambientales contribuyentes en la aparición de brotes de origen hídrico, en el ámbito de actuación de la localidad de Benaoján (Serranía de Ronda, Málaga).

**Material y métodos.** Análisis de la potabilidad del agua y controles de desinfección. Evaluación del cumplimiento de la calidad del agua potable y requisitos técnico sanitarios de abastecimientos de aguas, conforme a la normativa española sobre aguas de consumo público.

**Resultados.** Se han realizado 110 análisis de potabilidad, comprobando que el 13,4% de las muestras no cumplen con los criterios de potabilidad del agua. Se practicaron 647 controles de desinfección, de los que el 53% resultaron no conformes. El diseño de la red de abastecimiento es del tipo ramificada y al menos presenta 30 ramales ciegos, puntos donde el agua queda estancada. El servicio municipal de aguas no realiza autocontroles de la calidad del agua ni tiene implantados planes generales de higiene de las instalaciones del abastecimiento.

**Discusión.** La investigación ambiental sugiere que la red pública de abastecimiento de aguas es una fuente de infección, problema relacionado con la aparición de brotes epidémicos. Por ello el consumo de agua no tratada debe ser evitado.

**PALABRAS CLAVE:** Brotes hídricos. Salud Ambiental. Agua contaminada. Agua potable.

### INTRODUCCIÓN

Durante el período 2000-2002, tres brotes de gastroenteritis aguda ocurrieron en el municipio Benaoján de

### ABSTRACT

**Introduction.** The purpose of this work was studied the magnitude, possible causes and contributing environmental factors in the waterborne outbreaks appearance, in the performance area of the locality of Benaoján (Town of Málaga, Spain).

**Material/Methods.** Analysis of the potability of the water and disinfection controls. Evaluation of the fulfillment of the quality of the drinking water and sanitary technical requirements of water supplies, pursuant to the Spanish regulation on public consumption waters.

**Results.** We have been accomplished 110 potability analysis, proving that 13,4% of the samples do not comply with the potability criteria of the water. It were practiced 647 controls of disinfection, of those which 53% resulted not accordant. The design of the supply net is of the branching type and at least presents 30 blind branches, points where the water remains stagnant. The municipal waters service doesn't make analytics controls of the quality of the water neither has implanted Standard Operating Procedures (SOPs) of the facilities of the supply.

**Discussion.** Environmental research suggests that the public water supply net is a source of infection, problem related to the epidemic outbreaks appearance. Because of this the water consumption not treaty must be avoided.

**KEY WORDS:** Hidric outbreaks. Environmental health. Polluted water. Potable water.

1.619 habitantes (Instituto Nacional de Estadística, 2002), localizado en la serranía rondeña de la provincia de Málaga.

La identificación de estos brotes se inició por el reconocimiento de casos de diarrea notificados desde el Centro de Salud del municipio a través del Sistema de Vigilancia Epidemiológica de Andalucía (SVEA).

El primer brote afectó a 137 personas (8,5% de la población) y fue declarado durante el mes de julio del año 2000. Entonces un informe ambiental<sup>1</sup> sugería la contaminación del agua de la red de distribución como causa posible de la aparición del brote, si bien en esa ocasión no se realizó un estudio epidemiológico que determinará el agente patógeno responsable.

La declaración de otros dos brotes de gastroenteritis aguda en dicha localidad, durante los meses de mayo y agosto del año 2002, revelaban que 160 personas (9,9% de la población estudiada) enfermaron durante el periodo aludido. Un estudio epidemiológico<sup>2</sup> caso-control apuntaba en sus conclusiones al microorganismo patógeno *Campylobacter jejuni* como posible agente etiológico transmitido a través de la red pública de abastecimiento de aguas.

Durante el período de estudio, la legislación en vigor fue el Real Decreto 1138/1990, de 14 de septiembre, por el que se aprueba la Reglamentación Técnico Sanitaria (RTS) para el abastecimiento y control de calidad de las aguas potables de consumo público<sup>3</sup>, en la que se regula los criterios de potabilidad de las aguas así como las condiciones técnico-sanitarias de los sistemas de abastecimientos de aguas de consumo público.

En la actualidad es el Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero, del Ministerio de Sanidad y Consumo, el que regula los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano<sup>4</sup>, resultado de la trasposición de la Directiva 98/83/CE.

Existen diversos factores que influyen en la pérdida de la calidad del agua que consume una población y que puede traducirse en la aparición de brotes. Entre éstos se encuentran: las infraestructuras de captación, almacenamiento, tratamiento y red de distribución del agua; el funcionamiento de los servicios responsables de la gestión integral del agua, los aspectos culturales y socioeconómicos que condicionan la aceptación o rechazo a ciertas formas de abastecimiento y potabilización de agua (por ejemplo, el rechazo del agua por su sabor a "cloro") y, por último, factores políticos que afectan a la inversión en el desarrollo y mantenimiento de sistemas de abastecimiento de agua potable.

Las aportaciones del estudio epidemiológico referido<sup>2</sup> son muy limitadas, teniendo en cuenta que, no se pudo determinar la sintomatología de todos los enfermos, no se estudiaron fuentes de infección distintas a las de transmisión hídrica, no se barajaron otros agentes patógenos diferentes al *Campylobacter* y sólo fue posible seleccionar 4 controles y 18 casos. La escasa potencia del análisis estadístico caso-control desvirtúa la reproductibilidad de los resultados; por ello, con el presente estudio lo que se obtienen son aproximaciones y no medidas exactas de las causas que pudieron contribuir a la aparición de estos brotes.

El propósito de este trabajo de investigación básica fue el estudio de las posibles causas y factores ambientales contribuyentes en la aparición de los brotes.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Durante el período 2000-2002 fueron tomadas un total de 110 muestras de aguas para la ejecución de análisis de

potabilidad, conforme a la tipología mínima establecida en la RTS de aguas, y se practicaron un total de 408 controles analíticos de la desinfección del agua realizados en muestras procedentes del sistema de abastecimiento de la localidad de Benaoján.

La frecuencia inicial fue de dos muestras al mes, si bien se intensificaron los muestreos y parámetros microbiológicos cuando los resultados indicaban la presencia de contaminación microbiana en el agua. Las muestras procedieron del depósito principal de cabecera (a la salida del tratamiento) y de puntos representativos de la red de abastecimiento. El procedimiento de los muestreos se ajustó a las condiciones dispuestas en la norma ISO 5667<sup>5</sup>.

Las muestras se analizaron en el Laboratorio de Salud Pública del Distrito Sanitario Serranía (Servicio Andaluz de Salud) y se procesaron con los métodos analíticos contemplados en la normativa sanitaria española, o reconocidos internacionalmente.

Se compararon las condiciones de desinfección y potabilidad del agua durante el trienio 2000-2002, según los criterios de conformidad recogidos en la RTS de aguas.

Debido a la naturaleza y magnitud de los brotes declarados, un equipo formado por un Epidemiólogo y un Biólogo de la unidad de sanidad ambiental del Servicio Andaluz de Salud, realizaron la inspección del abastecimiento municipal de aguas, utilizando un protocolo sobre condiciones técnico-sanitarias de las instalaciones y servicio de aguas, diseñado por la Dirección General de Salud Pública y Participación, de la Junta de Andalucía, cuyas variables y elementos de estudio se muestran en la Tabla 1.

**TABLA 1.- Protocolo técnico-sanitario del abastecimiento**

Variable	Elementos
Captación	Riesgos de contaminación Limpieza y mantenimiento
Conducción	Riesgos de contaminación Limpieza y mantenimiento
Tratamiento	Riesgos de contaminación Limpieza y mantenimiento Sistema de desinfección
Almacenamiento	Riesgos de contaminación Limpieza y mantenimiento
Red de distribución	Riesgos de contaminación
Distribución móvil	Garantías sanitarias del suministro
Personal técnico	Capacitación
Autocontroles	Libro de registros
Modificaciones del sistema	Informe autoridad sanitaria

## RESULTADOS

De los 110 análisis de aguas realizados durante el período 2000-2002 en el municipio de Benaoján, un total de 15 muestras no cumplieron con los criterios de potabilidad. En la Tabla 2 se presentan el número de ocasiones en que se determinó contaminación bacteriológica y el valor máximo alcanzado por cada parámetro microbiológico.

**Tabla 2.- Determinaciones no conformes para el período 2000- 2002.**

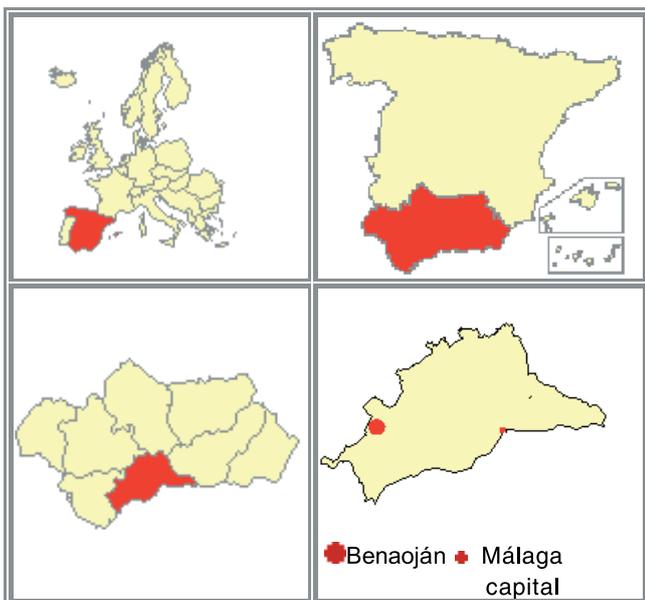
Parámetro	Nº determ.	Valor máximo
Bacterias coliformes	12	13.000
Coliformes fecales	7	1.000
Estreptococos fecales	3	25
Clostridios sulfito-reductores	2	6
Cloro libre residual (CLR)	319	0

Con respecto a las muestras de aguas que resultaron no potables, en el 92,3% de las ocasiones la contaminación fue por coliformes totales; en el 53,8% de los casos de no potabilidad se detectaron coliformes fecales; estreptococos fecales se determinó el 23,1% y clostridios sulfito-reductores en el 15,4% de las ocasiones.

De los 408 controles de desinfección realizados en ese mismo período, se comprobó que el 49,3% de las veces, los niveles de desinfectante en el agua fueron nulos. El agente desinfectante utilizado es el hipoclorito de calcio apto para su uso en aguas de consumo humano.

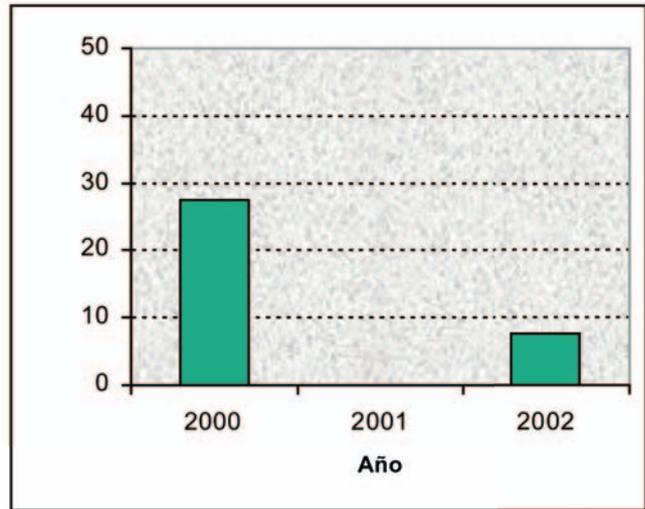
Con relación a los municipios de su entorno en la Serranía de Ronda, la localidad de Benaoján fue la población donde más casos de no potabilidad (27,3%) se registraron durante el año 2000, esta tendencia se reduce en el año 2002 si bien se encuentra a la cabeza de municipios de su comarca con mayores casos de no potabilidad detectados, según se desprende de los datos de la red de vigilancia sanitaria de aguas de consumo público de Andalucía (RESANAG). También destaca que ningún otro municipio de dicha comarca presenta un patrón epidemiológico similar, según se desprende de los datos del

**Fig.1. Localización geográfica del municipio de Benaoján.**



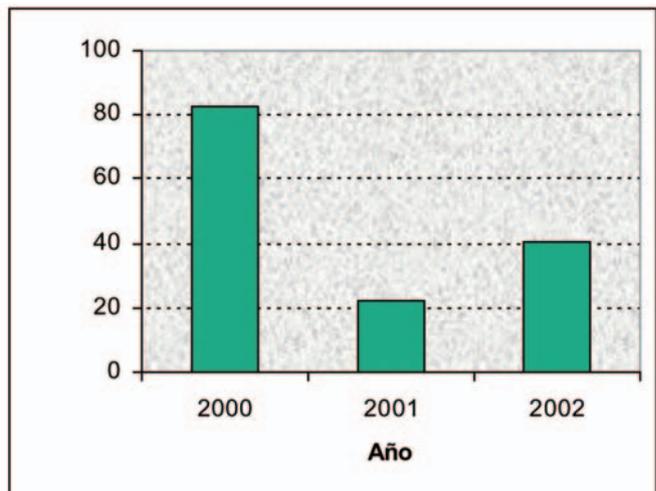
SVEA. En la Figura 2 se representa la evolución de los resultados de no potabilidad durante el periodo 2000-2002.

**Fig. 2. Porcentaje de análisis de aguas no potables en la población de Benaoján.**



Los controles de desinfección permitieron determinar si los niveles de cloro libre residual presentes en el agua eran conformes o no, a la legislación en vigor. En cuanto al motivo de la no conformidad, destaca que las ocasiones en que se detectó la ausencia de cloro libre residual han pasado del 82,3% al 40,5% desde el año 2000 al 2002 (ver Figura 3).

**Fig. 3. Porcentaje de controles de desinfección en el agua no conformes por ausencia de cloro en la localidad de Benaoján**



Los principales hallazgos sobre anomalías en la infraestructura de abastecimiento de aguas de consumo de la población estudiada se refieren al diseño de la red de distribución y al deficiente mantenimiento y limpieza de las instalaciones.

La red de distribución de aguas de Benaoján es del tipo ramificada, el agua discurre siempre en el mismo sentido, no presenta tramos abiertos, pero tiene al menos 30 ramales ciegos.

El sistema se abastece de cuatro sondeos. Los análisis del agua cruda realizados a cada una de las captaciones no indicaban la presencia de contaminación microbiana.

Las captaciones carecen de perímetro de protección, comprobándose la presencia de animales bebiendo agua, así como la ausencia de mallas anti-insectos en ventanas y huecos exteriores, verificándose la presencia de arañas y babosas.

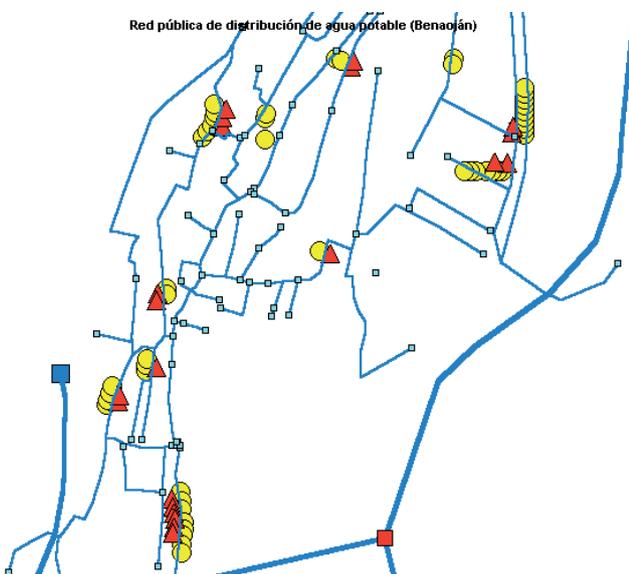
La población de Benaoján dispone de una única red de saneamiento, es decir, aguas residuales urbanas e industriales son evacuadas por un mismo sistema de tuberías. A este hecho debe añadirse que la principal actividad industrial del municipio es la elaboración de productos cárnicos y salazones, cuyas aguas residuales son evacuadas a la red de saneamiento sin depuración previa. A partir del registro sanitario de industrias alimentarias, se han cuantificado un matadero avícola y 20 industrias cárnicas, situadas en un radio de 1 Km de las captaciones y de la red municipal de abastecimiento.

Respecto al sistema de tratamiento se ha utilizado la dosificación manual con pastillas de hipoclorito, mecanismo que no ofrece garantías debido a la disolución irregular del desinfectante. En la actualidad el sistema de tratamiento se basa en la inyección constante de hipoclorito sódico en un depósito general, si bien destaca el hecho de que la red de abastecimiento recibe aportes de aguas de captaciones sin tratamiento de desinfección.

Es de destacar que no existe una empresa especializada al cargo del servicio de aguas sino sólo un operario municipal contratado a tiempo parcial. También se ha puesto de manifiesto que las actuaciones del operario municipal no se basan en procedimientos bien definidos, documentados, con objetivos específicos e instrucciones concretas, comprobándose que no se registran los autocontroles analíticos, por tanto, no está acreditada la ejecución material de controles de desinfección y potabilidad del agua que permita conocer, en cada momento, si la concentración del desinfectante se mantiene en los valores legalmente establecidos (0,2-0,8 mg/l de cloro libre residual).

Sólo fue posible localizar las viviendas de algunos enfermos en los dos brotes ocurridos en el año 2002. La distribución de viviendas de los enfermos es generalizada a lo largo de la red de distribución de aguas de consumo.

**Fig.4. Localización de viviendas de enfermos en la red pública de distribución de aguas de Benaoján.**



## DISCUSIÓN

Un conjunto de circunstancias ocurrieron para causar unos brotes de esta envergadura.

Los altos índices de contaminación microbiana detectados en el agua así como la elevada frecuencia de casos de ausencia de cloro libre residual en el agua, revelan un tratamiento de potabilización y desinfección del agua muy deficiente que convierte el consumo del agua, en esas condiciones, en un peligro real para la salud humana<sup>6</sup>.

En cuanto al origen de la contaminación del agua, y teniendo en cuenta que no se detectaron microorganismos patógenos en los análisis del agua cruda, la investigación de las características técnicas de la red de abastecimiento aporta datos claves al respecto, ya que las redes del tipo ramificada presentan como inconveniente que en los terminales, el agua queda estancada y si no se realizan frecuentes descargas o purgas se favorece la contaminación microbiana del agua. Además, una rotura puede originar el entorpecimiento e incluso el corte general, de la casi totalidad, de la distribución.

Asimismo la red de abastecimiento recibe aportes de aguas no tratadas procedentes de una de las captaciones. La mezcla del agua no tratada con el agua clorada no sólo repercute en la dilución del desinfectante residual hasta niveles nulos o insuficientes sino que además constituye una vía de entrada de agua previamente contaminada por microorganismos patógenos. En este sentido, el suministro de agua de bebida no desinfectada puede desencadenar la aparición de brotes epidémicos cuando el agua de redes de abastecimiento presenta contaminación microbiana<sup>7</sup>.

Tampoco hay que descartar que el origen de la contaminación reside en filtraciones de aguas residuales<sup>8</sup> de la red de saneamiento. En este sentido, las industrias agroalimentarias de la localidad de Benaoján generan aguas residuales de carácter muy agresivo que contribuyen al deterioro de la red de saneamiento y, por consiguiente, no debe descartarse que los elevados índices de contaminación microbiana puedan proceder de filtraciones de aguas residuales que afectaron a la red de abastecimiento de aguas de consumo público.

La presencia de un único operario municipal, contratado a tiempo parcial, para gestionar el servicio de aguas de un municipio con 1.619 habitantes es claramente insuficiente para garantizar un suministro sanitariamente seguro. La insuficiente capacitación del operario municipal sobre el conocimiento de la gestión de los recursos hídricos para el mantenimiento de las instalaciones, la ausencia de un servicio especializado de gestión integral del agua, la falta de vigilancia y control de las condiciones sanitarias del abastecimiento, así como una red de tuberías obsoleta<sup>9</sup> son problemas relacionados con la aparición de brotes de origen hídrico, y comunes a los descritos en otros estudios<sup>10</sup>.

No obstante, la variable socioeconómica no parece un factor determinante para asegurar la calidad sanitaria del agua, atendiendo a que municipios similares o del entorno no presentan el patrón epidemiológico de la localidad estudiada (SVEA) ni tampoco los problemas descritos con la desinfección del agua (RESANAG).

Con respecto al agente causal, un estudio caso-control<sup>2</sup> para los dos brotes declarados en la población de Benaoján durante el año 2002 propone al microorganismo patógeno *C. jejuni*.

*C. jejuni* es una importante causa común de gastroenteritis humana transmitida por el agua ampliamente reconocida<sup>11,12,13</sup>, sin embargo, la fuente de infección habitualmente es desconocida<sup>14</sup>. Muchos casos de campilobacteriosis son esporádicos<sup>15</sup> y a menudo, es difícil confirmar su fuente<sup>12</sup>.

En el municipio estudiado no se detectó *C. jejuni* en una muestra de agua procedente de la red de distribución y el patógeno sólo se aisló en dos coprocultivos. Tampoco se tuvieron en cuenta otros vehículos de transmisión de este germen, por lo que es difícil interpretar su origen.

Así, han sido descritos como factores de riesgo de campilobacteriosis la manipulación o consumo de carne de aves, consumo de leche no pasteurizada, huevo y el contacto con ganado ovino<sup>9</sup>, bovino<sup>15</sup>, animales domésticos, como perros<sup>16</sup>, gatos<sup>17</sup> y pájaros<sup>10,18</sup>, incluso insectos<sup>19</sup>. El papel de los alimentos, agua contaminada, animales como posibles fuentes de transmisión de campilobacteriosis todavía no ha sido dilucidado.

Los análisis de muestras de aguas del sistema de distribución y de los abastecimientos demostraron una significativa contaminación con bacterias coliformes, con anterioridad a la fecha de aparición de los brotes. Es un hecho reconocido la alta correlación entre el número de bacterias coliformes y microorganismos patógenos como *Escherichia coli*, *Aeromonas hydrophila* o *Salmonella sp.*, motivo por el que no debe descartarse que el agente etiológico fuese cualquier otro microorganismo patógeno, que no fue analizado en las muestras de heces ni en las de aguas.

Las investigaciones epidemiológicas<sup>3</sup> no pudieron confirmar la presencia de *C. jejuni* en el agua, y su aislamiento en dos coprocultivos, no debe presuponer que su vehículo de transmisión haya sido la red de distribución.

Es evidente que ante esta situación no puede identificarse al agente causal, no obstante, el elevado número de afectados (9,8 % y 8,7% de la población en los años 2000 y 2002, respectivamente) y la extensión generalizada de enfermos por el conjunto de la red municipal de aguas, apunta a que existe una íntima relación entre la aparición de los brotes y el sistema de abastecimiento.

La investigación ambiental sugiere, aunque sea de manera no determinante, que la red pública de abastecimiento fue el vehículo de propagación del microorganismo patógeno. Sin embargo, las múltiples deficiencias halladas a lo largo de toda las infraestructuras de abastecimiento y saneamiento impiden concluir cual fue la fuente certera de infección, pero son factores que contribuyeron a la contaminación del agua suministrada a la población de Benaolán.

Este estudio pone de manifiesto la importancia de fuentes de suministro seguras de aguas de consumo público y el tratamiento adecuado de desinfección para garantizar la potabilidad del agua a la población.

El diseño de las redes de distribución debe buscar la recirculación continua del agua y minimizar los tramos ciegos para evitar su estancamiento, siendo recomendable las redes de tipo malladas<sup>4</sup>. La purga frecuente de los terminales de red contribuye a reducir el crecimiento bacteriano.

Como conclusión, puede afirmarse que el consumo de aguas no tratadas debe ser evitado en la población estudiada.

El elevado número de brotes asociados a la red de abastecimiento de aguas de consumo de la población de

Benaolán, indica la necesidad de prevenir los factores de riesgo de contaminación microbiana y de adoptar medidas eficaces de control para atajar este problema, incluidas el aviso urgente a la población<sup>7</sup> y a las autoridades sanitarias<sup>5</sup>, la instalación de dosificadores seguros de desinfectante, la implantación de planes generales de higiene de las instalaciones del abastecimiento y el control sistemático de la desinfección y calidad del agua suministrada y el registro de sus resultados<sup>21</sup>.

## BIBLIOGRAFÍA

- 1.-Gámez de la Hoz, J. Informe sobre anomalías en el abastecimiento de aguas potables de Benaolán. Distrito Sanitario Valle del Guadalhorce-Ronda. Servicio Andaluz de Salud. Málaga, 2000.
- 2.-Gómez Pozo, B. Informe definitivo de alertas sanitarias 3052A125 y 3052A160. Distrito Sanitario Serranía. Servicio Andaluz de Salud. Málaga, 2002.
- 3.-BOE. Real Decreto 1138/1990, de 14 de septiembre, del Ministerio de relaciones con las Secretarías del Gobierno, por el que se aprueba la Reglamentación Técnico Sanitaria para el abastecimiento y control de calidad de las aguas potables de consumo público. BOE nº 226 de 20/09/1990.
- 4.-BOE. Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero, del Ministerio de Presidencia, que regula los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano. BOE nº 45 de 21/02/2003.
- 5.-ISO 5667-3:1996 Calidad del agua. Muestreo. Parte 3: Guía para la conservación y la manipulación de muestras. AENOR. Madrid. España.
- 6.-American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environment Federation. Métodos normalizados para el análisis de aguas potables y residuales. Madrid: Díaz de Santos, 1992.
- 7.-Melby KK, Svendby JG, Eggebo T, Holmen LA, Andersen BM, Lind L, Sjogren E, Kaijser B. Outbreak of Campylobacter infection in a subarctic community. Eur J Clin Microbiol Infect Dis 2000 Jul;19(7):542-4
- 8.-Maurer AM, Sturchler D. A waterborne outbreak of small round structured virus, campylobacter and shigella co-infections in La Neuveville, Switzerland, 1998. Epidemiol Infect 2000 Oct;125(2):325-32
- 9.-Duke LA, Breathnach AS, Jenkins DR, Harkis BA, Codd AW. A mixed outbreak of cryptosporidium and campylobacter infection associated with a private water supply, East Cottingham, Morpeth. Epidemiol Infect 1996 Jun;116(3):303-8.
- 10.-Sacks JJ, Lieb S, Baldy LM, Berta S, Patton CM, White MC, Bigler WJ, Witte JJ. Am Epidemic campylobacteriosis associated with a community water supply. Greenville. Florida. USA. J Public Health 1986 Apr;76(4):424-8.
- 11.-Taylor DN, McDermott KT, Little JR, Wells JG, Blaser MJ. Campylobacter enteritis from untreated water in the Rocky Mountains. Wyoming. USA. Ann Intern Med 1983 Jul;99(1):38-40
- 12.-Chowdhury MN. Campylobacter jejuni enteritis; a review. Trop Geogr Med 1984 Sep;36(3):215-22
- 13.-CDC. Campylobacter isolates in the United States, 1982-1986. MMWR 1988;37(no. SS-2):1-13.
- 14.-Stehr-Green JK, Nicholls C, McEwan S, Payne A, Mitchell P. Waterborne outbreak of Campylobacter jejuni in Christchurch: the importance of a combined epidemiologic and microbiologic investigation. New Zeland Medicine Journal 1991 Aug 28;104(918):356-8.

- 15.–Finch MJ, Blake PA. Foodborne outbreaks of campylobacteriosis: the United States experience, 1980-1982. *Am J Epidemiol* 1985;122:262-8.
- 16.–Wright EP. The occurrence of *Campylobacter jejuni* in dog faeces from a public park. *J Hyg (Lond)* 1982 Oct;89(2):191-4 London. UK.
- 17.–Deming MS, Tauxe RV, Blake PA, et al. *Campylobacter enteritis* at a university: transmission from eating chicken and from cats. *Am J Epidemiol* 1987;126:526-34.
- 18.–Palmer SR, Gully PR, White JM, Pearson AD, Suckling WG, Jones DM, Rawes JC, Penner. Water-borne outbreak of campylobacter gastroenteritis. *JL.Lancet* 1983 Feb 5;1(8319):287-90
- 19.–Rosef O, Kapperud G. House flies (*Musca domestica*) as possible vectors of *Campylobacter fetus* subsp. *jejuni*. *Appl Environ Microbiol* 1983 Feb;45(2):381-3
- 20.–Stelzer W, Mochmann H, Richter U, Dobberkau HJ. A Study of *Campylobacter jejuni* and *Campylobacter coli* in a river system. *Zentralbl Hyg Umweltmed* 1989 Oct;189(1):20-8.
- 21.–Godoy P, Artigues A, Nuín C, Aramburu J, Pérez M, Domínguez A, Salleras Ll. Brote comunitario de gastroenteritis por *Campylobacter jejuni* originado por el consumo de agua del suministro público. *Medicina Clínica* 2002; 119: 695 – 698.

# NOTICIAS SESA

## CONCLUSIONES VII CONGRESO NACIONAL DE SANIDAD AMBIENTAL. Salamanca, junio de 2003

### 1ª SESIÓN: SISTEMAS DE INFORMACIÓN SANITARIA E INDICADORES DE SALUD AMBIENTAL

1. La Salud Ambiental requiere de la existencia de sistemas de información adecuados que faciliten la recogida de datos, el análisis posterior de los mismos y que proporcionen indicadores válidos que permitan a los gestores la toma de decisiones ante situaciones de riesgo para la salud pública.
2. Es fundamental seguir una metodología en el análisis y desarrollo de sistemas de información en materia de Salud Ambiental, de forma que se garantice un abordaje correcto (orientación a proceso, carga en origen, descentralización de la gestión, enfoque táctico o estratégico, etc.) sin que se produzcan interferencias o contaminaciones tecnológicas que le alejen del fin último del sistema que es la protección del individuo frente a los riesgos del ambiente.
3. La búsqueda de indicadores que permitan relacionar los problemas del medio ambiente con el estado de salud de la población para poder monitorizar los cambios ocurridos en el tiempo y en el espacio, es un objetivo de la OMS que se ha materializado en un gran proyecto que desarrolla la Oficina Regional para Europa. La Unión Europea y la Agencia Europea del Medio Ambiente colaboran en este esfuerzo científico técnico, financiando parte de los proyectos que la OMS dirige. Los resultados finales de este proyecto serán presentados en la Conferencia de ministros de Sanidad y de Medio Ambiente, en Budapest en abril de 2004 y servirán para comparar la situación de ciertas medidas de salud, ambiente y su relación entre los países.
4. La utilización de los Sistemas de Información Geográfica (GIS) en Salud Ambiental hace posible la realización de análisis espaciales básicos en ordenadores personales o en la red, resultando imprescindibles en todo ámbito científico que, como la Salud Ambiental, contempla la utilización de variables espaciales.

### 2ª SESIÓN: EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL SOBRE LA SALUD HUMANA

1. Algunas CCAA disponen ya del marco normativo en el que es posible la participación de Salud Ambiental en los procedimientos sujetos a Actividades Calificadas y a Evaluación de Impacto Ambiental
2. En el marco del Proyecto APHEIS, la OMS, ha definido un modelo denominado AirQ, mediante el cual es posible calcular el impacto en salud (Riesgo Atribuible) de los niveles de contaminación atmosférica que tiene una ciudad.
3. La metodología del Análisis de Riesgo es una herramienta que permite la intervención de la Sani-

dad Ambiental en la elaboración de estándares de calidad del suelo, según usos. La incorporación de esta metodología en el quehacer de los Técnicos de Salud Ambiental, se ha utilizado para determinar el riesgo que para la salud entraña el uso de las playas en el País Vasco, como consecuencia de la contaminación debida al hundimiento del barco "Prestige".

4. Los estudios poblacionales de biomarcadores específicos pueden aportar una información relevante para reorientar los Programas de Salud Ambiental.

### 3ª SESIÓN: EVALUACIÓN DEL RIESGO PARA LA SALUD EN VIVIENDA, TRÁFICO Y TRABAJO

1. La vivienda se presenta como un factor de riesgo tan importante como el tabaco o el alcohol, por lo que es necesario realizar más estudios que valoren su impacto sobre la salud.
2. Los accidentes de tráfico presentan altas cifras de morbi-mortalidad (6.000 muertos al año, 2.000 de ellos jóvenes), que son asumidas por los ciudadanos sin causar ninguna alarma social.
3. Se identifican y se señalan las actuaciones más relevantes de las administraciones laborales y sanitarias como fuente de información en Salud Laboral.
4. Se considera necesario establecer un marco legislativo sobre auditorias en contaminantes interiores, dado su potencial riesgo para la salud.

### 4ª SESIÓN: PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA LEGIONELOSIS

1. La Legionella forma parte del hábitat acuático de la mayoría de los hospitales, habiéndose comprobando que con el tiempo, los hospitales colonizados por la bacteria, acaban teniendo casos de legionelosis nosocomial.
2. El diagnóstico de los casos de neumonía nosocomial, conduce a un tratamiento precoz, eficaz y disminuye la mortalidad de la legionelosis nosocomial.
3. La identificación y notificación de las torres de refrigeración es básica para afrontar con éxito un brote de legionelosis, así como la colaboración y la coordinación con la Administración Local.
4. Se debe investigar sobre el comportamiento de la bacteria y de los materiales de construcción frente a los productos químicos empleados.
5. Las CCAA deben intercambiar información y experiencias en cuanto al comportamiento real de biocidas en las instalaciones de riesgo y las buenas prácticas de las empresas de tratamiento.

### 5ª SESIÓN: SEGURIDAD QUÍMICA Y TOXIVIGILANCIA

1. La nueva propuesta legislativa sobre Productos Químicos, constituye uno de los más importantes retos que ha tomado la comisión de la Unión Europea. Basada en el principio de precaución y soste-

nibilidad, debe responder al objetivo de asegurar un elevado nivel de protección para la salud humana y el medio ambiente, al tiempo que garantice el buen funcionamiento del mercado interior fomentando el desarrollo de sustancias más seguras.

2. El Sistema de Toxicovigilancia en los Servicios de Urgencias, permite tener un conocimiento actualizado de los problemas sanitarios agudos relacionados con los productos químicos, identifica las familias y sustancias de mayor riesgo, siendo muy útil para el diseño de estrategias preventivas.
3. Se ponen en evidencia carencias y necesidades actuales en Salud Ambiental, considerando necesario tres aspectos:
  - Fomentar la investigación
  - Formular un Plan Nacional de Salud Ambiental con objetivos, estrategia y financiación.
  - Organizar Sistemas de Información orientados a la exposición y los efectos para la salud.

### **JORNADA SOBRE DISRUPTORES ENDOCRINOS** **12 Jornada Técnica SESA y VI Conferencia Nacional** **sobre Disruptores Endocrinos** **Elche, 27-28 noviembre 2003**

Esta Jornada se realizó en la Universidad Miguel Hernández, de Elche (UMH), coordinada por el Prof. Eugenio Vilanova Gisbert, de la Unidad de Toxicología, del Instituto de Bioingeniería (IB-UMH)

La jornada fue el fruto de la colaboración de varias sociedades: SESA (Sociedad Española de Sanidad Ambiental, [www.sanidadambiental.es](http://www.sanidadambiental.es)), AETOX (Asociación Española de Toxicología, [www.aetox.com](http://www.aetox.com)), SEE (Sociedad Española de Epidemiología, [www.websee.org](http://www.websee.org)), REMA (Red Española de Métodos Alternativos a la Experimentación Animal, [www.remanet.net](http://www.remanet.net)) y ha tenido un especial apoyo de la Subdirección General de Sanidad Ambiental y Salud Laboral, de la DG de Salud Pública, del Ministerio de Sanidad y Consumo (MSC)

El Comité Científico, que fue muy activo con el coordinador para el desarrollo del programa estuvo formado por los presidentes de las citadas sociedades, el representante del Ministerio e investigadores propuestos por la organización de campos de investigación básica toxicológica humana y medioambiental y de gestión sanitaria: J.V. Martí Boscà (SESA), E. de la Peña (AETOX), I. Hernández (SEE), A. Castaño (REMA), F. Marqués (Sanidad Ambiental, MSC), N. Olea (Univ. Granada), B. Soria (Sociedad de Diabetes), A. Nadal (IB-UMH), E. Vilanova (IB-UMH), F. Vargas (Epidemiología MSC), Elina Valcarce de Angulo (Coordinadora de Métodos de Ensayo, MSC). El Comité Organizador estuvo formado por varias personas de la Unidad de Toxicología y Seguridad Química del IB-UMH: E. Vilanova (Coordinador), V. Carrera, M. A. Sogorb E. Quesada).

El Acto de Presentación fue realizado por el Coordinador y los Presidentes de las Sociedades organizadoras (SESA, AETOX, SEE y REMA) los cuales resaltaron el interés y actualizad del tema y la necesidad de abordarlo desde planteamientos multidisciplinarios. Comprender los mecanismos de acción es la forma de poder desarrollar protocolos de ensayos aceptables y validados con sólida base científica que son imprescindibles para la identificación de peligrosidad de sustancias por efectos de

disrupción endocrina y la integración para afrontar con bases científicas los parámetros para valorar la incidencia en salud pública a través de estudios epidemiológicos y la valoración del impacto medioambiental.

#### **Sesión 1. Bases científicas.**

La primera sesión, coordinada por Otilia Castillo del MSC y Victoria Carrera (IB-UMH), se centró en tres charlas que habían sido seleccionadas para presentar ejemplos de efectos sobre tejidos o a través de dianas o mecanismos no directamente relacionados con la reproducción, a pesar de que sean sustancias que suelen ser motivo de discusión por sus potenciales efectos a la reproducción por efectos estrogénicos.

Luis Domingo Boada (coautor M. Zumbado) de la Universidad de Las Palmas, abrió el fuego presentando los efectos sobre el hígado usando como ejemplo octilfenol, nonilfenol y etinilestradiol. Han demostrando una baja citotoxicidad de los alquiflenoles para el hepatocito, con capacidad de producir algunos efectos típicos de estrógenos de proliferación celular y aberraciones en la división celular, y otros efectos que no pueden interpretarse como modulados por el receptor estrogénico como modulación de proteínas de membranas capaces de fijar esteroides (inhibida por alquiflenoles y estimuladas por estrógenos). Concluyen que debe prestarse más atención de los efectos en tejidos no reproductivos de las sustancias consideradas Disruptores Endocrinos.

Anunciación Lafuente (coautor Aníbal González-Carracedo) de la Universidad de Vigo (Campus Orense), presenta datos en los deduce que metales como el cadmio que pueden tener acumulación en SNC, puede inducir diversas alteraciones sobre aminos biógenas especialmente en regiones hipofisarias hipotalámicas alterando la secreción de distintas hormonas hipofisarias como prolactina, hormona luteinizante (LH) y ACTH. Además, la exposición a este metal conlleva modificaciones en los ritmos circadianos de estas mismas hormonas y de las aminos biógenas implicadas en la regulación de estas hormonas. Así, el cadmio parece inducir una disrupción entre distintos niveles del eje hipotalámico-hipofisario-testicular.

Ángel Nadal del IB de la UMH presenta los hallazgos de la existencia de un receptor en membrana plasmática en células pancreáticas que provoca alteraciones celulares inmediatas sin la necesidad de repuestas génicas. Así el bisfenol A interacciona con este receptor, lo que puede explicar algunos efectos inmediatos de esta sustancia sin la implicación del receptor estrogénico clásico.

En resumen, algunas de las sustancias consideradas como disruptores endocrinos pueden tener acciones sobre tejidos no implicados en reproducción, pueden actuar a través de mecanismos no directamente relacionados con el receptor estrogénicos o a través de afectaciones en el sistema nervioso

#### **Sesión 2. Los ensayos in vitro e in vivo.**

Esta sesión, coordinada por Elina Valcarce, del MSC, y Miguel Ángel Sogorb, del IB-UMH, se dedicó especialmente a destacar la necesidad de desarrollo de métodos de ensayos alternativos a la experimentación animal. El problema es especialmente importante considerando la necesidad de evaluar las 100.000 sustancias existentes en el mercado europeo antes de que en 1981 se iniciara la exigencia de ensayos toxicológicos para la comercialización de sustancias nuevas. La estrategia europea presentada en el proyecto REACH requerirá la evaluación toxi-

cológica de miles de sustancias y solo será viable a través del desarrollo de métodos *in vitro* alternativos a la experimentación animal que sean no solo científicamente válidos sino además validados para ser aceptados en la evaluación con fines de regulación. Esto afecta de forma crítica a la evaluación de efectos endocrinos, especialmente a efectos a la reproducción fertilidad y desarrollo de sustancias con efectos estrogénicos. Se vislumbra que esta problemática requiere incluir la evaluación a reproducción en ecosistemas y que tendrá consecuencias en restricciones de uso de sustancias, tanto por sus efectos medioambientales como de salud humana.

### **Sesión 3. Efectos ambientales sobre ecosistemas acuáticos.**

La sesión 3, estuvo coordinada por Eduardo de la Peña, del CSIC, y Pilar Gascó, del Instituto nacional de Toxicología, que aportaron a los asistentes un documento sobre los efectos ambientales de DE a ecosistemas acuáticos y resaltan que la disrupción endocrina es una acción toxicológica especial escapa del proceso de evaluación del riesgo y ello ha dado lugar a muy diversas interpretaciones del problema de la disrupción y comentan la estrategia europea del medio ambiente y salud denominada SCALE que presta atención preferente a la interacción de sustancias por la exposición prolongada. Matilde Carballo, de CISA-INIA, con otros coautores, presentó los estudios sobre la presencia de contaminantes en grasa y en hígado de especies de cetáceos en las aguas de Canarias. Se resalta la detección de sustancias persistentes consideradas con potencial disruptor endocrino incluyendo PCBs, DDT y sus metabolitos en grasa y HAPs, DBT, AS, Cd y Pb en hígado. Rodolfo Barreiro (coautores JM Ruiz y M Quintela), de la Universidad de La Coruña describe el efecto "imposex" como biomarcador de los efectos del TBT (tributitilín); describe como las propiedades lipofílicas del TBT favorece su bioacumulación y los efectos masculinizantes de gasterópodos hembra (imposex). A iguales niveles de bioacumulación el desarrollo del imposex era menor en nuestro caso que en latitudes más septentrionales sugiriendo que la sensibilidad de la especie al contaminante no era idéntica a lo largo de su rango de distribución, en contradicción con la creencia general previa. Planteando la hipótesis de que la diferente sensibilidad podía guardar relación con el hallazgo de cierta variabilidad en la expresión del imposex que analizaron en detalle. Miren Cajaraville (coautor Maren Ortiz-Zarragoitia), de la Universidad del País Vasco, describe en un interesante trabajo, los efectos de xenoestrógenos en organismos modelos utilizando técnicas avanzadas moleculares, o bien sobre la expresión de proteína vitelogenina o mediante expresión génica de VTG y aromatasasa CYP19a y b utilizando RT-PCR en peces cebrá; en mejillón han utilizado métodos indirectos al no disponer de sondas ni anticuerpos de proteínas similares a Vtg.; han demostrado que compuestos estrogénicos provocan inducción de Vtg en adultos y larvas de pez cebrá mientras que los efectos gonadales dependen del género de los individuos y su estadio de desarrollo y que las alteraciones gonadales en mejillón dependen del género. Además de las observaciones y conclusiones específicas demuestran como las técnicas moleculares son herramientas poderosas para evaluar los efectos en sistemas modelo de efectos medioambientales.

### **Sesión 4. Datos en humanos, estudios epidemiológicos.**

La sesión 4, coordinada por Ferrán Ballester, del EVES de la GV y Francisco Vargas, del MSC, permitió la presen-

tación de un trabajo de Nuria Ribas (coautor Miguel Porta) sobre compuestos organoclorados y desarrollo endocrino. Jesús Ibarluzea, de Salud Pública de Guipuzkoa presentó un apasionante trabajo sobre estudios casos- controles en mujeres de Granada y Almería sobre disrupción endocrina y cáncer de mama; este es un trabajo en colaboración con varios investigadores de Hospital San Cecilio y Fac. Farmacia, de la Universidad de Granada. Concluyen que la expresión biológica de los xenoestrógenos como un factor de riesgo para cáncer de mama fundamentalmente para mujeres no obesas y mujeres posmenopáusicas. Sugieren que esta asociación debe ser valorada en mayor profundidad y puede facilitar la comprensión de los resultados de asociación detectados en diversos estudios, entre la concentración de organoclorados y otros xenoestrógenos en tejidos biológicos (aldrín, endosulfan-éter y lindano en este estudio) y el cáncer de mama.

### **Sesión 5. La Unión Europea y la Política de disruptores endocrinos.**

Esta sesión tuvo una presentación de especial relieve en la charla de Meter Pärt, del Centro Común de Investigación (JRC) de la Comisión Europea en Ispra (Italia) y de la Dirección General de Investigación de la Unión Europea que expuso los programas de la Unión Europea en política de disrupción endocrina tanto en el aspecto legislativo como de investigación. Comentó que en 1999 la Comisión Europea presentó La Estrategia Comunitaria sobre Disruptores Endocrinos que está teniendo tres niveles de actuación: a corto plazo la obtención de información para producir una lista de sustancias con propiedad sospechada de DE, a medio plazo en el desarrollo y validación de métodos de ensayo y estrategias de ensayo; a largo plazo la revisión y adaptación de la legislación existente sobre ensayos, evaluación y usos de sustancias en la UE. Así, estas acciones van desde el énfasis en los instrumentos reguladores de las sustancias bajo algún tipo de regulación toxicológica a la necesidad de investigación de producción de datos toxicológicos para aquellas sustancias químicas con información insuficiente. En junio de este año, la Comisión ha lanzado una Comunicación sobre Estrategia de Medio Ambiente y Salud (COM 2003 338) con énfasis en niños y en la que disruptores endocrinos es una de las 4 áreas prioritarias. Un plan de acción se está preparando para el periodo 2004-2010 que se presentará en la Conferencia de la OMS sobre Medio Ambiente y Salud en Budapest en 23-25 junio. En lo que respecta a investigación se refirió al consorcio de investigación CREDO que agrupa las acciones de investigación y los proyectos más significativos en disrupción endocrina, tales como EDEN, FIRE, EURISKED, COMPRENDO y GENDISRUPT, entre otros, financiados dentro del 5º programa marco de investigación. Precisamente, responsables de grupos españoles que participan en esos proyectos expusieron su experiencia, objetivos y resultados: Manuel Tena-Sempere (Univ. Córdoba) de EDEN que explora nuevos biomarcadores y efectos de dosis bajas y efectos de mezclas en humanos, ecosistemas acuáticos silvestres y de animales de laboratorio; Jesús del Mazo (CSIC-Madrid) de GENDISRUPT, Ramón Lavado (coautora Cinta Porte) (CSIC-Barcelona) de EURISKED enfocado a compuestos androgénicos y antiandrogénicos. Estuvo ausente Jesús Fernández Tresguerres, de COMPRENDO. Por último la Dra. M. Fernández, de Granada expuso los objetivos de CASCADE una red de excelencia (NoE) en la que

participa la Universidad de Granada y que estudiará disrupción endocrina en el contexto de seguridad alimentaria. Así pues, es evidente que investigación y acciones reguladoras sobre DE es una prioridad para los próximos 5 años en la UE y que estos proyectos con un importante aportación de grupos españoles, debe dar en los próximos años importantes avances en nuestro conocimiento de la relevancia de los fenómenos de DE en la salud humana y en medio ambiente.

En la jornada se presentaron diversas comunicaciones en forma de carteles. Cabe destacar: varias comunicaciones sobre la presencia de plaguicidas organoclorados en tejidos humanos, el uso agrícola, presencia en aguas y alimentos, presentados por investigadores de Las Palmas, Delegación de Salud de Almería, Universidad de Granada, Departamentos de Nutrición y Bromatología y Hospital San Cecilio, Universidade Nova de Lisboa, SG Sanidad Ambiental del MSC, University Hospital Copenhagen; Hospital Poniente de Almería; comunicaciones sobre efectos o marcadores en especies silvestres especialmente en medio acuático, presentados por investigadores de CSIC-Barcelona, Universidade Nova de Lisboa, Université de Metz, así como sobre técnicas analíticas.

#### **Constitución Grupo de Trabajo Español de Disruptores Endocrinos.**

La acción final de la Jornada fue la culminación de una sesión de discusión sobre la propuesta existente de la Constitución Grupo de Trabajo Español de Disruptores Endocrinos. Esta sesión, había sido convocada por E. Vilanova como coordinador de la jornada, y éste invitó al Prof. Dr. N. Olea a coordinar entre ambos la reunión. El Prof. E. Vilanova, presentó el origen de la idea que nació dos años antes en la anterior Jornada ConDE en Madrid a sugerencia del entonces Subdirector General de Sanidad Ambiental del MSC que expresaba la necesidad de que existiera un grupo de trabajo a quien pedir asesoramiento sobre el tema. Con el compromiso de organizar la siguiente Jornada también se generó el compromiso de generar las condiciones para facilitar una discusión sobre el tema. Se planteó inicialmente como una iniciativa de las sociedades SESA (S. E. de Sanidad Ambiental) y AETOX (Asoc. E. de Toxicología) que en sus directivas ya se han comprometido con la idea de apoyar el desarrollo de dicho grupo considerándolo ambas como propio y como una acción de colaboración entre sociedades científicas. Otras sociedades han expresado su interés sobre el tema, y así durante estos dos años de puesta en marcha de esta Jornada, REMA (Red Española de Métodos Alternativos a la Experimentación Animal) y SEE (S. E. Epidemiología) se han incorporado como sociedades implicadas en la organización de la Jornada. Durante esta sesión Miren Cajaraville, en nombre de la Sociedad Ibérica de Contaminación y Toxicología Ambiental (SICTA) expresó el interés de esta sociedad en implicarse, así mismo el Dr. Vilanova había recibido una comunicación en este sentido de la Sociedad Española de Diabetes. Tras discutir diversas formas de evolucionar, se concluyó que la organización de una comisión como representantes de sociedades y no de individuos, sería la forma más institucionalizada y solvente y menos dependiente de individuos. Así, se acordó encomendar a un miembro de cada una de las sociedades interesadas transmitiera a su sociedad la petición de que nombraran a un representante para constituir una comisión promotora para desarrollar la idea de un Grupo de DE y que sería

convocada por el representante de la SESA en coordinación con E. Vilanova

Se puede informar que a la fecha de hoy en febrero 2004, todas las sociedades interesadas han comunicado el representante que han nombrado para dicha comisión. Estos son: SESA (Nicolás Olea), AETOX (Anunciación Lafuente), SEE (Ferrán Ballester), REMA (Argelia Castaño), SICTA (Miren Cajaraville), Sociedad de Diabetes (Ángel Nadal), estando previsto la realización de una primera reunión en Madrid durante Abril de 2004 en la que a sugerencia de algunos de sus miembros, E Vilanova hará de convocante y coordinará la comisión hasta su puesta en marcha. Probablemente, esta sea el colofón operativo más interesante de esta Jornada que ha tenido una atractiva participación (unos 160 inscritos) con una alta participación de jóvenes del mundo sanitario y medioambiental y un interés científico y práctico en temas de salud humana y de efectos a los ecosistemas silvestres gracias a la inestimable colaboración de los conferenciantes que son una excelente representación de los expertos sobre el tema, y de los que han presentado comunicaciones en formato cartel.

Un enlace a una versión completa de las comunicaciones se pondrá a libre disposición a través de la Web de las sociedades participantes.

#### **RESUMEN DE LA JORNADA AETOX-SESA SOBRE TOXICOLOGÍA AMBIENTAL: SEGURIDAD QUÍMICA**

##### **Jornada de Toxicología Ambiental: Seguridad Química. CEMACAM. Torre Guil, Sangonera La Verde (Murcia) 22-25 de marzo de 2004**

Encarna Quesada, Esther Sabater<sup>1</sup>

<sup>1</sup> División de Toxicología. Instituto de Bioingeniería. Universidad Miguel Hernández. Avda. de la Universidad, s/n. 03202 Elche, Alicante

Las jornadas sobre Toxicología Ambiental: Seguridad Química fueron organizadas por la Dirección General de Salud Pública, de la Consejería de Sanidad de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia (CARM), Asociación Española de Toxicología (AETOX) y Sociedad Española de Sanidad Ambiental (SESA). Fueron celebradas los días 22-25 de marzo de 2004 en el Centro de Enseñanza Medio Ambiental de la Caja de Ahorros del Mediterráneo (CEMACAM), centro situado en la urbanización Torre Guil, de Sangonera La Verde (Murcia). Las Jornadas fueron inauguradas por el Subdirector General de Sanidad Ambiental, del Ministerio de Sanidad y Consumo (D. Francisco Marqués Marqués); Dña. Elisa Gómez Campoy, que ostentaba la representación de la Dirección General de Sanidad de la CARM, y codirectora de las Jornadas; Presidente de la AETOX (D. Eduardo de la Peña de Torres) y codirector de la Jornada; Presidente de la SESA (D. José V. Martí Boscà) y el Director del CEMACAM - Torre Guil (D. Antonio Gómez Plaza).

Las jornadas se desarrollaron con la siguiente estructura y organización:

1. Presentación de ponencias de los siguientes temas:
  - 1.1) Introducción a la Evaluación del Riesgo de las Sustancias Químicas (Dres. Eduardo de la Peña de

Torres / Centro de Ciencias Medioambientales del CSIC, y Elisa Gómez Campoy / Servicio de Sanidad Ambiental de la CARM). En esta ponencia se expuso una breve introducción acerca del control del riesgo químico en referencia a la legislación vigente e información sobre seguridad (fichas de datos de seguridad y etiquetas y pictogramas).

1.2) Aspectos legislativos de las Sustancias y Productos Químicos (Dr. Francisco Marqués Marqués / Subdirección de Sanidad Ambiental y Salud Laboral, del Ministerio de Sanidad y Consumo). En esta sesión se abordaron principalmente los aspectos legislativos de sustancias químicas y preparados en cuanto a la clasificación y etiquetado, evaluación del riesgo y su puesta en el mercado.

1.3) Evaluación Físico-Química de las Sustancias Químicas (D. Juan Ignacio Sánchez Gelabert / Sanidad Ambiental de la DGSP/CARM). En esta presentación se resaltó la importancia de los estudios de las propiedades físico-químicas de las sustancias y preparados químicos para su caracterización en cuanto a su peligrosidad, almacenamiento, manipulación y su posible impacto medioambiental

1.4) Evaluación Toxicológica (Dra. Isabel M<sup>a</sup> Moreno Navarro / Universidad de Sevilla). Se centró principalmente en los distintos ensayos llevados a cabo en animales y plantas con el fin de evaluar la toxicidad de las sustancias químicas y su mecanismo de acción antes de su comercialización.

1.5) Evaluación de la Mutagenicidad (D. Óscar Herrero Felipe / CCMA-CSIC). En esta ponencia se expusieron los distintos ensayos que actualmente se realizan para evaluar la mutagenicidad, carcinogenicidad y teratogenicidad de las distintas sustancias químicas.

1.6) Evaluación de Toxicidad para la Reproducción (Dr. Guillermo Repetto Kuhn / Instituto Nacional de Toxicología y Ciencias Forenses / Universidad de Sevilla). Esta sesión se centró en la evaluación toxicológica sobre la reproducción, la disrupción endocrina y los métodos alternativos a la experimentación animal.

1.7) Introducción Medioambiental (Dra. Ana de la Torre Reoyo (CISA/INIA). Se abordó principalmente la estimación del riesgo de las sustancias químicas sobre el medio ambiente tras su aplicación o emisión.

1.8) Introducción de la Historia de Murcia (Dr. Gonzalo Matilla Seiquer / Universidad de Murcia). En un ambiente más distendido y con el fin de acercarnos a la historia de Murcia, se nos presentó la región en la etapa del Imperio Romano.

1.9) Búsqueda de Datos Toxicológicos (Dr. G. Repetto). Nos ofrecieron un listado de las bases de datos *on line* y en *CD rom* con el fin de localizar de una manera rápida y fiable la información toxicológica útil.

1.10) Salud Laboral (Dr. Juan Francisco Periago / Instituto de Seguridad y Salud Laboral). La visita al Instituto de Seguridad y Salud Laboral de la Región de Murcia nos acercó a las actividades que se desarrollan en dicha entidad dedicadas a la investigación de los agentes químicos y/o físicos medioambientales potenciales de causar patologías laborales.

1.11) Realización de Fichas de Datos de Seguridad Química (Dra. María Tarancón / Consejería de Salud, de Andalucía / Sevilla).

1.12) Seguimiento de Exposición Ocupacional a Plaguicidas en Almería (Dres. Tesifón Parrón Carreño y José Luis Serrano. Consejería de Salud, de Andalucía / Almería). De forma muy didáctica se nos presentó un programa de vigilancia epidemiológica de los efectos agudos en la salud del uso de sustancias plaguicidas puesto en marcha en Andalucía.

2. Ejemplo práctico de búsqueda de datos en *cd-Rom* y bases de datos en línea o Internet, bajo la supervisión de G. Repetto; J.I. Sánchez Gelabert; A. de la Torre; I. Moreno; Antonio Juan García Fernández; O. Herrero; M. Tarancón; José Jesús Guillén, O. Herrero, J.V. Martí Boscà, E. Gómez Campoy y E. de la Peña). Esta sesión práctica nos permitió elaborar fichas de datos de seguridad con el apoyo de la información toxicológica obtenida *on line* y/o de bases de datos en *cd rom* presentadas anteriormente.
3. Visita al Instituto de Seguridad y Salud Laboral (Dr. J.Fco. Periago) y a la Depuradora de la Granja Experimental de la Universidad de Murcia, Campus de Espinardo (Dr. Antonio Muñoz). La visita a la Universidad de Murcia tuvo como objeto conocer una innovadora planta de depuración de purines que cumple en su totalidad la legislación vigente.
4. Tres Mesas Redondas sobre a) Aspectos Ecotoxicológicas. Repercusión Ambiental (Dres. A. de la Torre, A.J. García e I.M<sup>a</sup>. Moreno); b) Aspectos Toxicológicos: Repercusión Sanitaria Realización (Dres. E. Gómez Campoy, J.V. Martí Boscà, J.J. Guillén y E. de la Peña); y c) Mesa Coloquio sobre el curso donde participaron la totalidad de los ponentes y asistentes presentes.

Estas jornadas se desarrollaron durante 26 horas desde la tarde del 22 hasta el medio día del 25 de marzo; se clausuraron con la entrega de diplomas a los 28 asistentes procedentes de diferentes departamentos o servicios de Sanidad Ambiental de las diferentes CCAA (Andalucía, Extremadura, Cataluña, Islas Baleares, Castilla-La Mancha; Castilla-León; La Rioja; Madrid, Murcia, Navarra, Región Valenciana); así como representantes del Ministerio de Sanidad y Consumo, de las Universidades de Alcalá de Henares, Almería, Miguel Hernández, Navarra, Murcia y Sevilla), organismos de Investigación y Control, Instituto Nacional de Toxicología y Ciencias Forenses, Instituto de Salud Carlos III, CISA-INIA, representantes de la Industria, miembros de la Dirección Gral. de Industria y de la Dirección Gral. de Salud de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia, y del Centro de Ciencias Medioambientales del CSIC.

## CONCLUSIONES

El curso de Toxicología Ambiental de Seguridad Química ha conseguido formar a los participantes acerca de: a) Legislación existente sobre sustancias y productos químicos; b) Pruebas físico-químicas, toxicológicas y ecotoxicológicas para la evaluación de las sustancias y productos químicos; c) búsqueda de datos físico-químicos, toxicoló-

gicos y ecotoxicológicos tanto en las bases de datos en CD-ROM como en Internet; d) correcta elaboración de fichas de datos de seguridad química de las sustancias.

Desde nuestro punto de vista, las Jornadas consiguieron la interconexión entre las distintas disciplinas relacionadas con la Toxicología y Seguridad Química. Se han establecido excelentes relaciones entre profesionales de distintas áreas, lo que ha facilitado el intercambio de información y nuevas ideas. Tanto la organización como la alta calidad y elevado interés de las ponencias propiciaron un aprendizaje y acercamiento a la situación actual en la que se encuentra la caracterización de las sustancias químicas y la valoración de los riesgos derivados de ellas. Somos conscientes de la alta participación e interés suscitado por los distintos participantes de curso, además, debido a la gran demanda consideramos que se podrían organizar posteriores ediciones ya que contribuyen a ampliar la formación de profesionales dedicados a los distintos campos relacionados con la Toxicología y la Seguridad Química.

29 de marzo de 2004.

Encarna Quesada Paredes  
Becaria predoctoral  
del programa FPU  
del Ministerio de  
Educación y Ciencia.  
e-mail: [equesda@umh.es](mailto:equesda@umh.es)  
Tlno: 966658516  
Fax: 966658511

Esther Sabater Blasco  
Becaria predoctoral  
de la Fundación  
Ramón Areces  
e-mail: [esabater@umh.es](mailto:esabater@umh.es)  
Tlno: 966658516  
Fax: 966658511

#### **ALEGACIONES DE LA SOCIEDAD ESPAÑOLA DE SANIDAD AMBIENTAL (SESA) AL ANTEPROYECTO DE LEY DE SALUD PÚBLICA DE LA COMUNIDAD VALENCIANA**

En julio de 2004, la Dirección General de Salud Pública, de la Generalitat Valenciana, remitió a la SESA para su informe el Anteproyecto de Ley Salud Pública. Dado que no es posible su reproducción íntegra en *REVISTA DE SALUD AMBIENTAL*, por su tamaño y la provisionalidad del texto en la etapa de anteproyecto, sólo queremos manifestar la importancia de esta norma, máxime cuando en esta Comunidad Autónoma la Sanidad Ambiental se ejerce desde el órgano responsable de la Calidad Ambiental, adscrito al Departamento de Territorio y Vivienda, y se propone su adscripción de nuevo al órgano responsable de la Salud Pública. El Anteproyecto se remitió a la Junta Directiva y a los Delegados en las CCAA para que aportasen cuantas consideraciones fuesen necesarias, fruto de las cuales es el texto que se reproduce íntegro a continuación:

“La SESA emite este informe en su doble competencia como sociedad científica: de forma genérica, como sociedad de Salud Pública; de forma específica, como sociedad de Salud Ambiental, ya ambos aspectos se contemplan en el Anteproyecto del Gobierno Valenciano.

#### **1.- ASPECTOS GENERALES DE SALUD PÚBLICA**

1.1.- La elaboración de una norma con rango de ley, dedicada exclusivamente a la Salud Pública, tiene en sí

misma una valoración muy positiva para la SESA. La salud colectiva de la población ha sido la gran olvidada por la sanidad en la Administración del Estado y en las Comunidades Autónomas, más allá de la referencia a los principios de la prevención colectiva, poco reflejados tanto en el cuerpo jurídico sanitario como en la dotación de recursos personales y materiales. La Ley de Salud Pública de la Comunidad Valenciana (en adelante, LSP), con su desarrollo reglamentario consecuente, puede ser un conjunto normativo de referencia para el Sistema Nacional de Salud, por lo que la SESA quiere expresar su valoración con cierto detalle.

1.2.- Consideramos que la LSP tiene aciertos importantes entre los que destacamos la definición de la carrera de servicios de Salud Pública (Título I), la descripción detallada de las competencias profesionales (artículo 29), la importancia otorgada a la información y la comunicación en Salud Pública (Título VII y otros artículos) y el minucioso articulado dedicado a la intervención en Salud Pública (Título VIII). El anuncio de la carrera profesional (artículo 28) y de la coordinación entre la Generalitat Valenciana y las administraciones locales (artículo 11) son también dos aspectos adecuados, cuya valoración definitiva queda en espera de conocer el desarrollo reglamentario de la LSP.

1.3.- En lo referente a la creación de los tres órganos administrativos destinados a la Salud Pública, el Instituto Valenciano para la Acción en Salud Pública (IVASP), la Agencia Valenciana de Seguridad Alimentaria (Agencia) o Superior de Investigación en Salud Pública (CSISP), queremos hacer una consideración básica: es esencial regular con claridad la vinculación de los tres a las políticas de Salud Pública, evitando la dispersión de actuaciones; a tal efecto, la mera adscripción de la Agencia y de CSISP al IVASP o la composición de los respectivos órganos rectores de aquellos nos parecen insuficientes para lograr la imprescindible coordinación de las acciones en Salud Pública. Proponemos incluir en el articulado algún elemento de mayor vínculo, como que el Director Técnico de la Agencia sea nombrado a propuesta del Director del IVASP, tal como se recoge para el Director del CSISP, e incrementar la representación del IVASP en los órganos de gobierno de ambos organismos.

1.4.- En su conjunto, consideramos necesaria la participación de las sociedades científicas de Salud Pública implantadas en la Comunidad Valenciana, que pudieran aportar su experiencia y capacidad en diferentes aspectos, de forma especial en el Comité Científico de la Agencia, en el Consejo Rector del CSISP o en el Comité Científico – Técnico de este mismo organismo. Aunque sólo el segundo de ellos está desarrollado en la LSP, sería conveniente la incorporación de un representante de las sociedades científicas de Salud Pública en todos ellos. También parece adecuada la referencia concreta a las sociedades científicas de Salud Pública en la colaboración para el desarrollo de las funciones por el IVASP (artículo 13.4).

1.5.- Otro aspecto efectivo de la LSP, y no de menor importancia para la actuación en Salud Pública, es la unificación del régimen funcional de sus profesionales en la Comunidad Valenciana, actualmente fragmentado entre los funcionarios de los Centros de Salud Pública, de una parte, y los de la Dirección General de Salud Pública y de las Direcciones Territoriales, por otra. La situación actual, a la que la LSP quiere dar fin, ha contribuido a impedir el intercambio de profesionales normalizado mediante

los concursos de traslado entre sendos grupos funcionariales.

## 2. CONTENIDOS RELATIVOS A LA SANIDAD AMBIENTAL

2.1.- La recuperación de la Sanidad Ambiental para el ámbito de la Salud Pública, anunciado en el Preámbulo de la LSP, es motivo esencial de satisfacción para la SESA. En la Comunidad Valenciana, con la creación de la Agencia del Medio Ambiente, primero, y de la Consejería de Medio Ambiente, después, ahora integrada en el departamento de Territorio y Vivienda, se desgajó esta parte troncal de la Salud Pública, integrándola en la Calidad Ambiental. Esta confusión entre dos líneas de trabajo, sin duda complementarias pero también claramente diferenciadas, la Calidad Ambiental y la Sanidad Ambiental, aunque no tuvo paralelismo en la organización administrativa del resto de CCAA ni en la Administración del Estado, ha supuesto no sólo la aminoración de la Salud Pública valenciana sino la descontextualización de sus actuaciones de Sanidad Ambiental, situación que podría relacionarse con algunos casos de persistencia de riesgos ambientales en la Comunidad Valenciana.

2.2.- En lo relativo a los contenidos de Sanidad Ambiental, descritos en el artículo 9, apartados 6 y 7, aunque la expresión “entre otras” permite ampliar las actuaciones relacionadas, podría concretarse más, añadiendo al apartado 7a la frase “y las aguas residuales depuradas para su reutilización” e incorporando los siguientes nuevos epígrafes:

7e- vigilancia sanitaria en materia de ruido ambiental y vibraciones.

7f- vigilancia sanitaria de las radiaciones ionizantes y no ionizantes.

7g- vigilancia sanitaria de los ambientes interiores.

7h- vigilancia sanitaria del cambio climático.

7j- la protección de la salud en otros ámbitos intersectoriales como la ordenación territorial, el urbanismo o la protección del medio ambiente.

2.3.- Aunque la SESA es una sociedad multidisciplinar, recogemos con satisfacción la importancia que ha tenido el cuerpo de Farmacéuticos Titulares al Servicio de la Sanidad Local en la Salud Pública española, y de forma singular, en la Sanidad Ambiental. Actualmente, para una plena aportación de los conocimientos y habilidades de los titulados en Farmacia a la tarea conjunta de proteger la salud de la comunidad, es imprescindible su integración en las mismas condiciones que el resto de profesionales sanitarios. El modelo propuesto por la LSP, anunciando la creación la categoría de Farmacéuticos de Salud Pública, es correcto y adecuado a estos fines, máxime cuando se hace desde el necesario reconocimiento del derecho a la integración de los actuales funcionarios de carrera, reconocimiento que debe ampliarse en su desarrollo reglamentario para facilitar la incorporación de los funcionarios interinos, sin menoscabo de los principios rectores de igualdad, mérito y capacidad. También valoramos de forma positiva el hecho de no restringir la actuación de los titulados en Farmacia a la Sanidad Ambiental, ya que sus conocimientos y habilidades pueden enriquecer al resto de parcelas de la Salud Pública, en particular a la Seguridad Alimentaria.

## 3.- CONSIDERACIONES FINALES

3.1.- Nos parece adecuado, para mayor claridad del texto normativo, sustituir tanto en el Preámbulo (párrafo 3º) como en el artículo 2, la expresión “acciones colectivas”, cuyo adjetivo hace referencia a tanto a su origen como a su destino, por el de “acciones sobre la comunidad”. Igualmente, proponemos cambiar el adjetivo “medioambiental” por el más amplio “ambiental” (artículo 29, 2,d, 2).

3.2.- Desde la SESA ampliamos el ofrecimiento a la Consejería de Sanitat, de la Generalitat Valenciana, de colaborar de forma activa en la elaboración de cuantas normas y programas sanitarios afecten a la Salud Ambiental.”

### **INFORME DE LA SOCIEDAD ESPAÑOLA DE SANIDAD AMBIENTAL (SESA) SOBRE LA AGREGACIÓN DE CASOS DE TUMORES INFANTILES HEMATOLÓGICOS EN EL COLEGIO PÚBLICO GARCÍA QUINTANA, DE LA CIUDAD DE VALLADOLID**

#### INTRODUCCIÓN

La Agencia de Protección de la Salud y Seguridad Alimentaria, de la Consejería de Sanidad, de la Junta de Castilla y León, se ha dirigido a la SESA con el fin de conocer la opinión de esta sociedad científica respecto a los aspectos de sanidad ambiental en la investigación realizada ante la agregación de casos de tumores hematológicos infantiles presentados en alumnos del Colegio Público García Quintana, de Valladolid (en adelante, CPGQ), así como solicitar su colaboración por si fuese necesario realizar futuras actuaciones en este ámbito de la salud pública.

La SESA es una sociedad científica cuyo fin es, estatutariamente, servir como foro para agrupar a las personas físicas o jurídicas, cuyas actividades profesionales o científicas se desenvuelven en el campo de la Sanidad Ambiental, con el fin de favorecer el intercambio de conocimientos sobre la misma en los campos de la investigación, gestión, formación de personal o en cualquier otro que contribuya a la promoción, desarrollo y difusión de la Sanidad Ambiental.

Hasta ahora, la SESA no ha participado ni designado a ningún representante en los estudios que se han realizado en este caso, aunque de forma individual los profesionales de salud pública interesados tienen información del problema y conocen las dificultades que lo envuelven.

No obstante estas circunstancias, la SESA está comprometida con la sociedad española en dar una respuesta científica, en la medida de sus posibilidades, a los riesgos para la salud humana derivados del medio ambiente, tan necesitados de foros de discusión y comunicación. Por estas razones, la SESA ha aceptado colaborar con las Autoridades Sanitarias de la Junta de Castilla y León en todo aquello que permita incrementar el conocimiento que se tiene de los factores ambientales y así poder profundizar en la búsqueda del origen de los casos de cáncer infantil en el CPGQ.

Con este fin, el Presidente de la SESA mantuvo una reunión con la Directora General de la Agencia de Protección de la Salud y Seguridad Alimentaria, en Valladolid, el pasado 23 de enero, la cual formuló personalmente la petición de colaboración, haciendo entrega de la documentación que se relaciona en el anexo a este informe.

En respuesta a esta solicitud, la SESA ha organizado un grupo de trabajo multidisciplinar con profesionales de las diferentes áreas de conocimiento implicadas en la salud ambiental, que ha elaborado el presente informe en nombre de la Sociedad Española de Sanidad Ambiental, sin menoscabo de las consultas realizadas con otros profesionales que no son miembros de ésta.

## 2. OBJETIVOS Y ALCANCE

El grupo de trabajo se propuso los siguientes objetivos:

- Valoración de las actuaciones de sanidad ambiental realizadas hasta el momento.
- Elaboración de las propuestas de actuaciones que se consideren de interés desde el punto de vista de los factores de riesgo ambientales.

## 3. ANÁLISIS DE LAS ACTUACIONES

De la documentación disponible, la SESA entiende que las actuaciones de sanidad ambiental recomendadas por la Comisión de Expertos, creada por la Orden de 2 de enero de 2002, de la Consejería de Sanidad y Bienestar Social, de la Junta de Castilla y León, ejecutadas por diferentes organismos y departamentos, tanto externos como dependientes de la propia Junta de Castilla y León, que han colaborado con la citada Comisión, se consideran correctas y adecuadas, en función de la información epidemiológica disponible.

Esta afirmación podría modificarse con nuevas evidencias o estudios epidemiológicos que reorienten la investigación hacia otras hipótesis que acoten más el perfil de los campos de actuación. Ante esta posibilidad, la SESA estará siempre dispuesta a una total colaboración, tanto con la Administración Sanitaria de la Comunidad Autónoma como con los órganos creados al efecto.

La SESA es consciente de las importantes dificultades metodológicas para investigar las causas en las agregaciones de un pequeño número de casos de tumores hematológicos infantiles, debido a que éstos tienen una etiología desconocida, con un posible origen multifactorial y una hipotética contribución vírica. Asimismo, se conoce la relevante aportación de los factores físico - químicos ambientales a la etiopatogenia de los procesos tumorales. No obstante, hay que subrayar la necesidad de profundizar en el posible origen vírico de algunos de estos tumores hematológicos infantiles, como hipótesis a explorar en el análisis de la causa desencadenante principal.

También es adecuado indicar que, una vez analizada la documentación sobre las mediciones y simulaciones efectuadas de las emisiones electromagnéticas en las bandas de radiofrecuencias en la zona del CPGQ, puede afirmarse que, a pesar de haber sido señaladas como la hipotética causa de los tumores hematológicos, a la luz de los conocimientos actuales, este factor es el menos plausible.

## 4. RECOMENDACIONES

- Con el fin de dar cumplimiento a lo señalado adecuadamente por la Comisión de Investigación, de-

berían medirse los campos electromagnéticos de frecuencias extremadamente bajas (*ELF*).

- También debería investigarse la posible existencia de instalaciones, aparataje u otros elementos, en cuya composición se detecten compuestos orgánicos persistentes que pudieran haberse liberado al ambiente interior del CPGQ.
- Dado que en la literatura científica las causas que se relacionan con las leucemias con mayor frecuencia son las radiaciones ionizantes y ciertas sustancias químicas, sobre todo hidrocarburos aromáticos, sería conveniente la revisión exhaustiva de todos los productos, materiales u otros elementos, utilizados en la construcción, mobiliario, decoración, limpieza, desinfección, mantenimiento y cualquier otro uso, en las instalaciones del CPGQ.

Por otra parte, como la investigación de la radiación ambiental de fondo y aquella otra debida al radón y sus descendientes se consideran suficientes, sólo queda por realizar la comprobación de la posible existencia de pararrayos radioactivos, no retirados antes de la exposición de los casos, que pudieran haber dejado caer por gravedad material con contenido en radioisótopos en el patio del CPGQ.

- Se recomienda que, antes de iniciar otras mediciones ambientales fuera del ámbito escolar, debe partirse de hipótesis epidemiológicas más consolidadas sobre los posibles factores de riesgo a controlar en otros escenarios de exposición.

Madrid, marzo de 2004

## PRÓXIMAS REUNIONES CIENTÍFICAS

- **14 JORNADA TÉCNICA SESA y II CURSO-JORNADAS SOBRE SEGURIDAD Y CALIDAD DE AGUA DE CONSUMO HUMANO**, Elx (Alicante), 20 y 21 de enero 2005. Organizan: UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ, de Elx, SESA y AETOX (<http://tox.umh.es/CalidadAguas/PROGRAMA.pdf>)

- **VIII CONGRESO NACIONAL DE SANIDAD AMBIENTAL: "SALUD PÚBLICA Y DESARROLLO SOSTENIBLE"**, TOLEDO, 15 AL 18 DE JUNIO DE 2005. Organizan: SESA, JUNTA DE COMUNIDADES DE CASTILLA-LA MANCHA (CONSEJERÍAS DE SANIDAD y DE MEDIO AMBIENTE), MINISTERIO DE SANIDAD Y CONSUMO, MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE, UNIVERSIDAD DE CASTILLA-LA MANCHA y DIPUTACIÓN DE TOLEDO
- (<http://www.tilesa.es/sesa2005/>)

- **II CONGRESO INTERAMERICANO DE SALUD AMBIENTAL, I CONGRESO DE SALUD, CALIDAD DE VIDA Y MEDIO AMBIENTE**, La Habana (Cuba) 4 al 8 de julio de 2005. Organiza: MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA ([convencion@ama.cu](mailto:convencion@ama.cu))
- **XVI CONGRESO ESPAÑOL DE TOXICOLOGÍA**, Cáceres, 28, 29 y 30 de septiembre de 2005. Organizan: AETOX y FACULTAD DE VETERINARIA, DE LA UNIVERSIDAD DE EXTREMADURA. ([www.unex.es/eweb/toxicologia](http://www.unex.es/eweb/toxicologia))
- **15 JORNADA TÉCNICA SESA y VII CONFERENCIA SOBRE DISRUPTORES ENDOCRINOS (CONDE 2005)**, A Coruña, 27-28 de

octubre de 2005. Organizan: UNIVERSIDAD DA CORUÑA, SESA, AETOX, REMA, SICTA, SEE, SOCIEDAD ESPAÑOLA DE DIABETES. (<http://www.udc.es/conde05/>)

- **ENCUENTRO DE SALUD PÚBLICA Y ADMINISTRACIÓN SANITARIA:** "SALUD SIN FRONTERAS, SALUD SIN BARRERAS". Las Palmas de Gran Canaria, del 1 al 5 de noviembre de

2005. Organizan: **SESPAS** y SOCIEDAD CANARIA DE SALUD PÚBLICA (**SCSP**). XI CONGRESO NACIONAL SESPAS y otras 15 reuniones científicas, incluida la **Mesa de SESA "SEGURIDAD QUÍMICA: IMPLICACIONES AMBIENTALES Y LABORALES"**, el viernes 4 de noviembre de 2005. (<http://www.espas.info/>).

SOCIEDAD ESPAÑOLA



DE SANIDAD AMBIENTAL

### **SESA: UN FORO DE INVESTIGACIÓN Y DEBATE**

La Sociedad Española de Sanidad Ambiental se constituyó con el objetivo prioritario de servir de foro para agrupar a las personas físicas o jurídicas, cuyas actividades profesionales o científicas se desenvuelven en el campo de la Sanidad Ambiental. Su finalidad es favorecer el intercambio de conocimientos en los campos de la investigación, gestión, formación de personal o cualquier otro que contribuya al desarrollo y difusión de la Sanidad Ambiental.

Con independencia, objetividad y profesionalidad, la SESA quiere comprometerse con la sociedad española a dar una respuesta científica a los rápidos cambios que se producen en el campo de la Salud y Medio Ambiente, tan necesitado de foros de exposición, intercambio y comunicación, centrándose en el estudio e identificación de los factores de riesgo ambientales y los efectos sobre la salud, aportando soluciones realistas y efectivas.

### **¿QUÉ ACTIVIDADES DESARROLLA LA SESA?**

- Grupos de trabajo
- Jornadas científicas
  - Seminarios
  - Mesas redondas
- Revista de Salud Ambiental
- Información y estudios de Sanidad Ambiental

### **¿CÓMO PUEDES ASOCIARTE?**

Dirigirse a la secretaría administrativa de SESA: TILESА OPC, S. L.  
C/ Londres, 17. 28028 MADRID  
Tel.: 913 612 600 - Fax: 913 559 208 - E-mail: [sesa@tilesa.es](mailto:sesa@tilesa.es)



## SOLICITUD DE SUSCRIPCIÓN A REVISTA DE SALUD AMBIENTAL

APELLIDOS y NOMBRE \_\_\_\_\_

ORGANISMO (si procede) \_\_\_\_\_ D.N.I./N.I.F. \_\_\_\_\_

### **DIRECCIÓN PARA CORRESPONDENCIA:**

Para el caso que sea dirección profesional, especificar el organismo:

CALLE \_\_\_\_\_

N.º \_\_\_\_\_ ESCALERA \_\_\_\_\_ PISO \_\_\_\_\_ PUERTA \_\_\_\_\_

CIUDAD \_\_\_\_\_ PROVINCIA \_\_\_\_\_ C. P. \_\_\_\_\_

TELÉFONO/S DE CONTACTO \_\_\_\_\_

### **DOMICILIACIÓN DE LA SUSCRIPCIÓN**

#### **DATOS BANCARIOS**

BANCO o CAJA \_\_\_\_\_

SUCURSAL/AGENCIA \_\_\_\_\_

DIRECCIÓN DE LA AGENCIA \_\_\_\_\_

CÓDIGO DE LA LIBRETA O CUENTA CORRIENTE:

ENTIDAD 

--	--	--	--

SUCURSAL 

--	--	--	--

D. C: 

--	--

NÚMERO 

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

*Fecha y Firma*

*Sello entidad*

- Para remitir este boletín de suscripción, previamente debe ser sellado por la oficina de su sucursal bancaria para que se efectúe el pago de la suscripción anual a cargo de su cuenta cuando se presenten por parte de la SESA.
- Suscripción anual: 19 € · Ejemplar suelto: 13 €.

Dirigirse a la secretaría administrativa de SESA: TILESА OPC, S. L.  
C/ Londres, 17. 28028 MADRID  
Tel.: 913 612 600 - Fax: 913 559 208 - E-mail: [sesa@tilesa.es](mailto:sesa@tilesa.es)



## SOLICITUD DE INSCRIPCIÓN A LA SESA

APELLIDOS \_\_\_\_\_

NOMBRE \_\_\_\_\_ D.N.I. \_\_\_\_\_

### **DIRECCIÓN PARA CORRESPONDENCIA:**

Para el caso que sea dirección profesional, especificar el organismo:

CALLE \_\_\_\_\_

N.º \_\_\_\_\_ ESCALERA \_\_\_\_\_ PISO \_\_\_\_\_ PUERTA \_\_\_\_\_

CIUDAD \_\_\_\_\_ PROVINCIA \_\_\_\_\_ C. P. \_\_\_\_\_

TELÉFONO/S DE CONTACTO \_\_\_\_\_

CORREO ELECTRÓNICO \_\_\_\_\_

### **DATOS PROFESIONALES:**

TITULACIÓN ACADÉMICA \_\_\_\_\_

CENTRO DE TRABAJO \_\_\_\_\_ CARGO \_\_\_\_\_

En \_\_\_\_\_ a \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 200\_\_

Firmado



## DOMICILIACIÓN DE LAS CUOTAS

### DATOS BANCARIOS

BANCO o CAJA \_\_\_\_\_

SUCURSAL/AGENCIA \_\_\_\_\_

DIRECCIÓN \_\_\_\_\_

CÓDIGO DE LA LIBRETA O CUENTA CORRIENTE:

ENTIDAD 

--	--	--	--

SUCURSAL 

--	--	--	--

D. C: 

--	--

NÚMERO 

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

*Fecha y Firma*

*Sello entidad*

- 
- Para remitir esta hoja de inscripción, previamente debe ser sellada por la oficina de su sucursal bancaria para que se efectúe el pago de las cuotas anuales a cargo de su cuenta cuando se presenten por parte de la SESA.
  - Cuotas: 37 € para los Socios Numerarios; 325 € para los Socios Colaboradores.

Dirigirse a la secretaría administrativa de SESA: TILES A OPC, S. L.  
C/ Londres, 17. 28028 MADRID  
Tel.: 913 612 600 - Fax: 913 559 208 - E-mail: [sesa@tilesa.es](mailto:sesa@tilesa.es)