VII CONGRESO NACIONAL DE SANIDAD AMBIENTAL

LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN Y LA EVALUACIÓN DEL RIESGO

Salamanca, junio de 2003

Organizan:

Sociedad Española de Sanidad Ambiental

Consejería de Sanidad de Castilla y León
Dirección General de Salud Pública

Junta de Castilla y León

Ayuntamiento de Salamanca
Concejalía de Salud

Rev. salud ambient. 2002;2(1): 1-56

Volumen II
Número 1
Junio 2002
Valencia

REVISTA DE SALUD AMBIENTAL

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

SUMARIO

EDITORIAL 1

ORIGINALES

Presencia de *Giardia Lamblia y Crypstosporidium spp.* en aguas residuales depuradas reutilizadas para riego agrícola en la isla de Tenerife, España. Efectos del transporte a larga distancia sobre la calidad del agua reutilizada. N. Abreu Acosta, M. Martín Delgado, A. Ortega Rivas, A. del Castillo Remiro, E. Aguiar González, B. Valladares Hernández 2

Evolución de los niveles de inmisión de contaminación atmosférica en una ciudad industrial (Alcoy) desde 1989 a 2000. P. Varo Galvañ, A. Carratalá Gimenez 8

Empleo de isótopos radiactivos en estudios biocinéticos con animales de experimentación. M. A. Morcillo Alonso, F.R. Martín Martín, T. Navarro Bravo 16

Brote de legionelosis en Murcia en julio de 2001. La óptica de Sanidad Ambiental. C. Gutierrez Molina, R. López Casares, M.E. Gómez Campoy, F. Córdoba Martínez, F. Sintas Lozando, J. Sanz Navarro y Grupo de Trabajo 22

Valoración de las aguas residuales mediante procedimientos analíticos y biológicos. M. Carballo, S. Aguayo, J. Roset, E de la Peña, A. de la Torre, M.J. Muñoz 32

PONENCIAS VI CONGRESO NACIONAL DE SANIDAD AMBIENTAL

La Salud Ambiental: presente y futuro: una perspectiva desde la Comunidad Autónoma del País Vasco. K. Cambra Contín 39

La Salud Ambiental en el modelo de gestión sanitaria andaluza. L. Marín Rodríguez 42

Riesgo Químico: Estrategias de intervención social. A. A. Calera Rubio, E. Estefanía Blount, J. Riechmann Fernández 48

NOTICIAS SESA 53

NORMAS DE PUBLICACIÓN

SOCIEDAD ESPAÑOLA DE SANIDAD AMBIENTAL

ASOCIADA A SESPAS
http://www.sanidadambiental.com

Rev. salud ambient. 2002;2(1): 1-56 ISSN 1577-9572

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 per a la Salut Pública
C/ Micer Mascó 33, 46010 Valencia

Suscripciones
Secretaría administrativa de SESA: TILESA OPC, SL
C/ Londres, 17; 28028 MADRID
TELF: 913612600; FAX: 913559208; Email: 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-2644-2001
ISSN: 1577-9572
Imprime: Artes Gráficas Federico Domenech

COPYRIGTH 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.

NORMAS DE PUBLICACIÓN
REVISTA DE SALUD AMBIENTAL
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, recensiones 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 pancreatobiliary 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. Hypertensión and stroke. En: Laragh JH, Brenner BM, editores. Hypertensión: pathophysiology, diagnosis and management. 20 ed. Nueva York: Raven Press;1995. p. 465-78.

Actas de conferencias

Kimura J, Shibasaki H, editors. Recent advances in clinical neurophisiology. Proceedings of the 10th International Congress of EMG and Clinical Neurophisiology; 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.

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.

COPYRIGTH 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.

Volumen II
Número 1
Junio 2002
Valencia

REVISTA DE SALUD AMBIENTAL

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

SUMARIO

EDITORIAL 1

ORIGINALES

Presencia de *Giardia Lamblia y Crypstosporidium spp.* en aguas residuales depuradas reutilizadas para riego agrícola en la isla de Tenerife, España. Efectos del transporte a larga distancia sobre la calidad del agua reutilizada. N. Abreu Acosta, M. Martín Delgado, A. Ortega Rivas, A. del Castillo Remiro, E. Aguiar González, B. Valladares Hernández 2

Evolución de los niveles de inmisión de contaminación atmosférica en una ciudad industrial (Alcoy) desde 1989 a 2000. P. Varo Galvañ, A. Carratalá Gimenez. 8

Empleo de isótopos radiactivos en estudios biocinéticos con animales de experimentación. M. A. Morcillo Alonso, F.R. Martín Martín, T. Navarro Bravo 16

Brote de legionelosis en Murcia en julio de 2001. La óptica de Sanidad Ambiental. C. Gutierrez Molina, R. López Casares, M.E. Gómez Campoy, F. Córdoba Martínez, F. Sintas Lozando, J. Sanz Navarro y Grupo de Trabajo 22

Valoración de las aguas residuales mediante procedimientos analíticos y biológicos. M. Carballo, S. Aguayo, J. Roset, E de la Peña, A. de la Torre, M.J. Muñoz. 32

PONENCIAS VI CONGRESO NACIONAL DE SANIDAD AMBIENTAL

La Salud Ambiental: Presente y futuro: una perspectiva desde la Comunidad Autónoma del País Vasco. K. Cambra Contín 39

La Salud Ambiental en el modelo de gestión sanitaria andaluza. L. Marín Rodríguez 42

Riesgo Químico: Estrategias de intervención social. A. A. Calera Rubio, E. Estefanía Blount, J. Riechmann Fernández 48

NOTICIAS SESA 53

NORMAS DE PUBLICACIÓN

CONTENTS

EDITORIAL 1

ORIGINALES

***Giardia Lamblia y Cryptosporidium spp.* Presence in treated wastewater reutilised for irrigation in Tenerife Island, Spain. Long-distance transport effects in the reutilised water quality.** N. Abreu Acosta, M. Martín Delgado, A. Ortega Rivas, A. del Castillo Remiro, E. Aguiar González, B. Valladares Hernández 2

Evolution on the emission levels of atmospheric pollution in an industrial city (Alcoy, Spain) from 1989 to 2000. P. Varo Galvañ, A. Carratalá Gimenez 8

Use of radioisotopes in biokinetic models with experimental animals. M. A. Morcillo Alonso, F.R. Martín Martín, T. Navarro Bravo 16

Outbreak of Legionella'disease in Murcia, at july 2001. The enviromental health point of view. C. Gutierrez Molina, R. López Casares, M.E. Gómez Campoy, F. Córdoba Martínez, F. Sintas Lozando, J. Sanz Navarro y Grupo de Trabajo 22

Wastewater evaluation by analytical and biological procedures. M. Carballo, S. Aguayo, J. Roset, E de la Peña, A. de la Torre, M.J. Muñoz 32

REPORTS FROM VI th NATIONAL CONGRESS ON ENVIRONMENTAL HEALTH

Environmental Health: Present and future a view from the Basque Country. K. Cambra Contín 39

Environmental Health policy in the andalussian health mangement system. L. Marín Rodríguez 42

Chemical Risk: Strategies for social intervention. A. A. Calera Rubio, E. Estefanía Blount, J. Riechmann Fernández 48

NEWS FROM SESA 53

PUBLICATION RULES

SOCIEDAD ESPAÑOLA DE SANIDAD AMBIENTAL

ASOCIADA A SESPAS

http://www.sanidadambiental.com

Rev. salud ambient. 2002;2(1): 1-56 ISSN 1577-9572

REVISTA DE SALUD AMBIENTAL
Sociedad Española de Sanidad Ambiental

COMITÉ DE REDACCIÓN

Editor:
José Vicente Martí Boscà
Dirección General para la Salud Pública.
Valencia
jvicente.marti@sanidad.m400.gva.es

Editores adjuntos:

Encarna Santolaria Bartolomé
Dirección General para la Salud Pública
Valencia
santolaria_enc@gva.es

José María Ordoñez Iriarte
Dirección General de Salud Pública
Madrid
josemaria.ordonez@comadrid.es

COMITÉ EDITORIAL
La Junta Directiva de la Sociedad Española de Sanidad Ambiental

Presidente:
José Vicente. Martí Boscà

Vicepresidente:
José M.ª 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.ª Elisa Gómez Campoy
Guadalupe Martínez Juárez
José Jesús Guillén Pérez
Rosalía Fernández Patier

EDITORIAL
MEJORAR LA SESA PARA MEJORAR LA SALUD AMBIENTAL

En el marco del VI Congreso Nacional de Sanidad Ambiental, desarrollado en Madrid en el pasado mes de noviembre, la SESA celebró su Asamblea General; en ella se procedió, entre otros temas de interés, a la renovación de la Junta Directiva.

En una sociedad científico técnica de nuestra juventud, con poco más de una década de existencia, pero cuyos socios se encuentran ante demandas importantes de la población para proteger su salud, es primordial el papel que desarrollen sus representantes. Sustituir a los equipos que coordinaron, de forma sucesiva, Benjamín Sánchez Fernández-Murias y Carmen Riolobos Regadera, autores de la creación y consolidación de la SESA, es un desafío difícil de alcanzar.

Pero, además, la Salud Ambiental se enfrenta a retos complejos como los que hemos vivido en los últimos años, con brotes de origen ambiental, laboral o alimentario y un creciente interés, tanto científico como divulgativo, por estos riesgos como causas del menoscabo de la salud. La sociedad demanda a los profesionales de la Salud Ambiental que unan a su capacidad de actuar con profesionalidad y agilidad, la comunicación, de forma clara e imparcial, de las situaciones de riesgo para la salud colectiva. Por todo ello, es necesario incrementar tanto la formación de los profesionales como disponer de estructuras adecuadas para resolver los problemas que se planteen.

La SESA tiene que colaborar con este proceso de renovación profesional aportando, sin ningún tipo de exclusivismo, los elementos derivados del criterio de los técnicos. Así, nos hemos ido dotando de forma progresiva de algunos medios adecuados como son las seis ediciones del Congreso Nacional de Sanidad Ambiental, las Jornadas Técnicas, la *Revista de Salud Ambiental*, la pagina web de la Sociedad, accesible a cualquier persona interesada, o la incorporación a SESPAS como asociación de sociedades de Salud Pública.

Ahora pretendemos profundizar en algunos de estos instrumentos, por ejemplo, queremos que el Congreso pase a tener periodicidad anual, la *Revista de Salud Ambiental* se expondrá en la página web para facilitar su consulta, se promueven actividades con las sociedades más cercanas por su contenido (SEE, AET...)

También es importante disponer de otros recursos básicos para hacer frente a estos retos: *Grupos de Trabajo* que, de forma independiente, elaboren informes, pautas y procedimientos de interés para el resto técnicos de Salud Ambiental; *Delegados de la SESA* en las diferentes Comunidades Autónomas que puedan trasmitir las necesidades y opiniones de forma inmediata; *coordinación dinámica y eficaz con el resto de sociedades de Salud Pública*... Para todo ello es necesario tejer una red de colaboraciones más allá de la Junta Directiva como instrumento de representación y coordinación de la SESA, en suma, contar con la aceptación y participación activa de los asociados.

Si logramos estos objetivos, además del servicio directo que se presta a sus socios, la SESA debe hacer valer su competencia como sociedad científica para informar y asesorar los proyectos normativos y los programas de las diferentes Administraciones públicas sobre Salud Ambiental.

Revista de Salud Ambiental, como órgano de la SESA, debe jugar un papel importante en esa renovación. Ya nació, como comentamos en su primer número, no para ser una revista de Salud Pública con mayores contenidos en Salud Ambiental, lo cual sería importante pero nos parecía insuficiente, sino para recoger y debatir, desde una perspectiva técnica, los programas y actividades científicas que desarrollamos en nuestros respectivos trabajos.

La Junta Directiva de la SESA es, a su vez, el Comité Editorial de *Revista de Salud Ambiental*, precisamente para que sea el reflejo de la voluntad de los socios, pero consideramos que es ya momento de dotarla del correspondiente Consejo Científico, constituido por profesionales de reconocido prestigio en nuestra área de trabajo y otras cercanas, que vele por la calidad de la publicación. Disponéis de nuestras direcciones postales y electrónicas para proponer a quien consideréis más adecuado.

Junto a esto, debe continuarse con la publicación de los trabajos de los socios, que unen a su interés científico la utilidad técnica de servir de ayuda a la resolución de problemas similares en otros ámbitos territoriales. En el número actual hemos combinado algunas ponencias de pasado Congreso Nacional, que continuaremos publicando en números sucesivos, con trabajos originales y revisiones de diferentes temas relacionados con nuestra actividad. Esperamos que todo ello nos permita ocupar un pequeño pero importante espacio entre los materiales de consulta de los profesionales que trabajan en la relación entre el Ambiente y la Salud humana.

José Vte. Martí Boscà,
Presidente de la Junta Directiva

PRESENCIA DE *GIARDIA LAMBLIA Y CRYPTOSPORIDIUM* SPP. EN AGUAS RESIDUALES DEPURADAS REUTILIZADAS PARA RIEGO AGRÍCOLA EN LA ISLA DE TENERIFE, ESPAÑA. EFECTOS DEL TRANSPORTE A LARGA DISTANCIA SOBRE LA CALIDAD DEL AGUA REUTILIZADA

GIARDIA LAMBLIA Y CRYPTOSPORIDIUM *SPP. PRESENCE IN TREATED WASTEWATER REUTILISED FOR IRRIGATION IN TENERIFE ISLAND, SPAIN. LONG-DISTANCE TRANSPORT EFFECTS IN THE REUTILISED WATER QUALITY*

N. Abreu Acosta [1], Macrina Martín Delgado [2] , Antonio Ortega Rivas [1] Antonio del Castillo Remiro [1], Escolástico Aguiar González [3] y Basilio Valladares Hernández [1]

[1] Departamento de Parasitología, Ecología y Genética. Facultad de Farmacia. Universidad de La Laguna.

[2] Servicio de Sanidad Ambiental. Dirección General de Salud Pública. Servicio Canario de la Salud.

[3] Organismo Autónomo de Balsas de Tenerife. Consejo Insular de Aguas de Tenerife. Cabildo Insular de Tenerife.

RESUMEN

El empleo de aguas residuales depuradas para riego agrícola es la alternativa de reutilización con más relevancia hoy día, siempre y cuando se desarrolle con garantías sanitarias y medioambientales.

Giardia lamblia y *Cryptosporidium* spp. son dos protozoos patógenos entéricos de amplia distribución ambiental, frecuentes en hábitats acuáticos. La investigación y detección de estos parásitos en aguas ha adquirido importancia en los últimos años debido a que poseen formas de dispersión resistentes a los tratamientos habituales, aplicados tanto en procesos de potabilización como de depuración, y a que han sido clasificados como patógenos emergentes causantes de importantes brotes de transmisión hídrica.

En este trabajo se estudia la presencia de quistes de *Giardia lamblia* y ooquistes de *Cryptosporidium* spp. en el agua residual depurada de la ciudad de Santa Cruz de Tenerife que es transportada hasta el sur de la isla de Tenerife para su reutilización en agricultura. Asimismo

ABSTRACT

Treated wastewater use for irrigation is, nowadays, the more relevant reutilization alternative of wastewater, if it is developed with sanitary and environmental warranties.

Giardia lamblia and *Cryptosporidium* spp. two wide distributed enteric pathogen protozoan, which are frequent in aquatic habitats. These protozoan investigation and detection have acquired importance in the last years due to their dispersion forms, which show resistance to the habitual treatments of potabilization and purification, and their classification as emerging pathogens which are the causative agents of important hydrical transmission outbreaks.

In our work, *Giardia lamblia* cyst and *Cryptosporidium* spp. oocyst presence in Santa Cruz de Tenerife treated wastewater which is transported to the South of the island to be reutilised in agriculture. Furthermore, transport, storage and advanced treatment effects against cyst and oocyst concentration throughout the system and re-

Correspondencia: Néstor Abreu Acosta. Avenida Astrofísico Francisco Sánchez, s/n. Departamento de Parasitología. Facultad de Farmacia. Universidad de La Laguna. La Laguna, Santa Cruz de Tenerife.Tel.: 922 – 31 84 84 Fax: 922 – 31 85 14 e – mail: nabreu@ull.es.

Convenio: Seguimiento de la implantación del regadío con aguas depuradas de la ciudad de Santa Cruz de Tenerife en el Valle San Lorenzo. Estudios complementarios. Área sanitaria: analítica. Consejo Insular de Aguas de Tenerife, Organismo Autónomo de Balsas de Tenerife, Departamento de Parasitología, Ecología y Genética de la Universidad de La Laguna.

se investiga el efecto del transporte, el almacenamiento y el tratamiento avanzado sobre la concentración de quistes y ooquistes a través del sistema, y la existencia de relaciones con otros parámetros bacteriológicos y físico-químicos.

Los resultados obtenidos ponen de manifiesto comportamientos variables de los contenidos en quistes y ooquistes frente a los tratamientos aplicados, y el efecto depurador que el transporte a larga distancia, parece tener sobre el agua residual depurada.

No se han encontrado relaciones entre las concentraciones de quistes y ooquistes en el agua residual depurada y el contenido de los indicadores tradicionales de contaminación fecal.

PALABRAS CLAVE: reutilización agrícola, *Giardia lamblia*, *Cryptosporidium* spp., agua residual depurada.

lation existence with other bacteriological and physical-chemical parameters, are also investigated

The obtained results demonstrate variable behaviours in cyst and oocyst concentration against applied treatments, and the depurative effect of the long-distance transport which seems to have in treated wastewater.

There was not found any relation between cyst and oocyst concentration in treated wastewater and the traditional indicators of faecal contamination.

KEY WORDS: agricultural reutilization, *Giardia lamblia*, *Cryptosporidium* spp., treated wastewater.

INTRODUCCIÓN

El uso del agua residual depurada para riego agrícola puede ser una alternativa especialmente adecuada de reutilización, siempre y cuando se realice garantizando la ausencia de riesgos para la salud pública y de deterioro medioambiental.

Asegurar la ausencia de riesgos para la salud, implica efectuar la reutilización manteniendo las medidas preventivas adecuadas para proteger a la población expuesta, directamente por manipulación del agua residual, o indirectamente, por cercanía a las áreas de reutilización o consumo de los productos obtenidos una vez incorporados al mercado.

La práctica de la reutilización de aguas residuales en agricultura está en auge en todo el mundo, con objeto principalmente de liberar aguas blancas para el abastecimiento de las comunidades, llegando incluso, a constituir en volumen, del 70 al 85% de los caudales generados [1].

El agua en las Islas Canarias es un recurso natural y escaso, primordial para el desarrollo de las principales actividades económicas de las Islas. Concretamente en la isla de Tenerife el volumen total de agua proveniente de los recursos hídricos se cifró en 212 hm^3 en 1991, de éste más del 50% es demandado por el sector agrario. Según, el Consejo Insular de Aguas de Tenerife[1], para cubrir la demanda de agua en el año 2001 establecida en 230 hm^3/año, será necesario reutilizar en la Isla un volumen de aguas residuales urbanas depuradas de 25 hm^3/año. De ahí la conveniencia de estudios sobre la calificación sanitaria del agua residual depurada, su repercusión sobre la salud de las personas que entran en contacto directo o indirecto, y la seguridad alimentaria de los productos cultivados, mediante el seguimiento y evolución del contenido biológico y físico químico de las aguas depuradas a lo largo del sistema de transporte, almacenamiento y distribución, que se puede observar en la figura 1. El tratamiento aplicado al agua residual en la planta consta de pretratamiento, tratamiento primario, y tratamiento secundario de fangos activados (decantación, aireación y floculación).

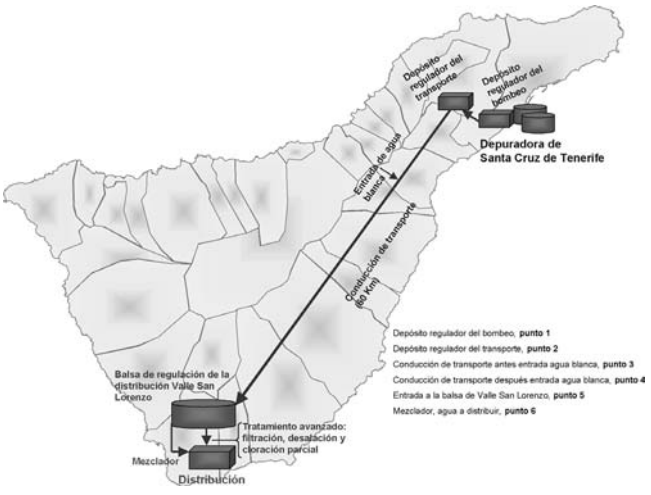


Figura 1: Esquema de la infraestructura de reutilización agrícola del agua residual depurada en Tenerife.

La presencia de quistes de *Giardia lamblia* y ooquistes de *Cryptosporidium* spp. es frecuente en cualquier ambiente acuático, aguas superficiales o aguas residuales [2], lo que ha hecho que se conviertan en parámetros a tener en cuenta como indicadores de la calidad biológica del agua. Además estos protozoos parásitos entéricos son causa de patologías emergentes hoy día, relacionándose con brotes de transmisión hídrica a partir del agua de bebida que han involucrado importantes volúmenes de población [3]. Su capacidad para generar este tipo de brotes se asocia con su resistencia a los procesos habituales de tratamiento de las aguas, siendo más resistentes a la desinfección que indicadores de contaminación fecal tradicionales como los coliformes fecales, ya que pueden permanecer viables en el agua durante largos periodos de tiempo [4]. En Canarias, si bien no se han declarado brotes ocasionados por estos protozoos, sí se han presentado incidencias de giardiasis considerables durante décadas.

Por lo expuesto, los objetivos de este trabajo fueron determinar la presencia de *Giardia lamblia* y *Cryptosporidium* spp. en el agua residual depurada a reutilizar, la evolución de estos indicadores a través del sistema, y su re-

lación con determinados parámetros bacteriológicos y físico químicos convencionales.

MATERIAL Y MÉTODOS

Muestras

Se han analizado un total de 96 muestras en seis puntos en diferentes partes de la infraestructura esquematizada en la Figura 1, que son los siguientes: depósito regulador del bombeo (purga de una de las bombas) (punto 1), depósito regulador del transporte (salida del depósito) (punto 2), conducción de transporte (antes entrada agua de pozo) (punto 3), conducción de transporte (después entrada agua de pozo) (punto 4), entrada a la balsa Valle de San Lorenzo (canalillo de entrada Balsa) (punto 5), y mezclador (agua a distribuir) (punto 6).

El agua de pozo que se incorporada durante el transporte para mejorar la calidad del agua a reutilizar tiene un contenido medio de coliformes fecales de 2000 UFC/100 ml y menos de 400 µS/cm[2].

Aislamiento y cuantificación de quistes de *Giardia lamblia* y ooquistes de *Cryptosporidium* spp.

Se utilizó la técnica de Vesey [5] con algunas modificaciones. Se parte de un volumen de muestra es de 10 l, se le añade 100 ml de una solución de cloruro cálcico 1 M y 100 ml de una solución de bicarbonato sódico 1 M. Se ajusta el pH de la mezcla a 10±0.05 con hidróxido sódico 4 N, dejando decantar durante 4 horas. Después de este periodo se aspira el sobrenadante y los flóculos se redisuelven añadiendo 300 ml de ácido sulfámico al 10%, pasando a tubos de centrífuga de 50 ml y centrifugando a 2.500 g durante 10 minutos. El pellet final se resuspende y se lava en 20 ml de solución PBS – Tween-80 al 0.01%. De este concentrado final se toman alícuotas de 100 µl que se someterán a al detección y cuantificación mediante inmunofluorescencia directa. Este concentrado se marca con Ac monoclonales (TechLab, Blacksburg, VA, USA), usando un método modificado en tubo. 14 µl de los Ac marcados con fluoresceína se añadieron a los 100 µl del concentrado. Los reactivos se mezclaron cuidadosamente y se incubaron en agitación y en oscuridad durante 1 hora. Esta mezcla se centrifugó a 10.000 r.p.m. durante 30 segundos, y el pellet se resuspendió en el mismo volumen de PBS. A continuación 30 µl del concentrado se colocaron en cada pocillo del porta para examinar bajo microscopio de fluorescencia. La eficacia de recuperación de este método se estableció en un 60%.

Detección de indicadores de contaminación fecal

Se utilizó el método de la filtración por membrana (0.45 µ) (Millipore Belford, USA) de alícuotas de muestras tomadas en envases estériles de 2 litros de capacidad. Las membranas fueron incubadas para cada parámetro a su temperatura y tiempo característico sobre medios específicos [6].

Determinación de parámetros físico químicos

Se realizó la determinación de la DBO_5, y MES, con objeto de verificar las correlaciones entre estos parámetros y la contaminación biológica del agua y las relaciones entre ellos mismos[6].

Análisis estadístico

La existencia de diferencias respecto a la procedencia de las muestras y el análisis de regresión se llevó a cabo utilizando el programa SPSS v.9.

RESULTADOS

Presencia de quistes de *Giardia lamblia* y ooquistes de *Cryptosporidium* spp.

Quistes de *Giardia lamblia*. Se detectó la presencia de quistes de en el 34.9% de las muestras analizadas con un rango de 0 a 30 quistes/l (4 ± 8). Los resultados se resumen en la tabla 1.

Se observaron diferencias claras en el contenido en quistes de *Giardia lamblia* entre los distintos tramos del sistema. Así, fue claramente superior en el agua residual depurada procedente de los depósitos regulador del bombeo y regulador del transporte (puntos 1 y 2) respecto al del agua residual depurada después de la incorporación del agua de pozo (punto 4) (U = 39, p = 0.002 y U = 39, p = 0.004), al final de la conducción de transporte (punto 5) (U = 53, p = 0.025 y U = 53, p = 0.043) y en el agua al distribuir (punto 6) (U = 35, p = 0.001; U = 35.5, p = 0.002), parcialmente sometida al tratamiento avanzado.

Tabla 1: Rango, media y desviación típica (quistes/litro) y frecuencia (%) de quistes de *Giardia lamblia* en las muestras analizadas por punto de muestreo y global.

Punto de muestreo	Rango (quistes/l)	Media ± desv.típ.	% presencia
Punto 1	0 - 29	7 ± 10	71.4
Punto 2	0 - 22	5 ± 7	69.2
Punto 3	0 - 30	6 ± 11	28.6
Punto 4	0 - 27	2 ± 7	7.14
Punto 5	0 - 23	3 ± 7	21.4
Punto 6	0 - 2	0 ± 0	14.3
Global	0 - 30	4 ± 8	34.9

El número de quistes de *Giardia lamblia* presentó una correlación significativa con estreptococos fecales (r=0.277; p= 0.013), clostridios sulfito reductores (r=0.237; p= 0.036) y MES (r=0.388; p= 0.000) (tabla 7).

Ooquistes de *Cryptosporidium* spp. Se detectó la presencia de ooquistes en el 9.64% de la totalidad de las muestras analizadas con un rango de 0 a 2 ooquistes/l (0 ± 0). En la tabla 2 se resumen los resultados obtenidos.

Tabla 2: Rango, media y desviación típica (ooquistes/litro) y frecuencia (%) de ooquistes de *Crystosporidium* spp. en las muestras analizadas por punto de muestreo y global.

Punto de muestreo	Rango (quistes/l)	Media ± desv.típ.	% presencia
Punto 1	0 - 2	0 ± 0	21.4
Punto 2	0 - 1	0 ± 0	15.4
Punto 3	0 - 0	0 ± 0	0
Punto 4	0 - 1	0 ± 0	7.14
Punto 5	0 - 1	0 ± 0	14.3
Punto 6	0 - 0	0 ± 0	0
Global	0 - 2	0 ± 0	9.64

No se detectaron diferencias en la concentración de ooquistes entre los seis puntos de muestreo incluidos en el trabajo.

Presencia de indicadores de contaminación fecal

Coliformes fecales. Los recuentos de coliformes fecales oscilaron entre las $2x10^3$ y $2.4x10^6$ UFC/100 ml ($4.0\ x10^5 \pm 6.9x10^5$). En la tabla 3 se pueden observar los resultados por punto de muestreo.

Tabla 3: Rango, media y desviación típica (UFC/100 ml) de coliformes fecales en las muestras analizadas por punto de muestreo y global.

Punto de muestreo	Rango (UFC/100 ml)	Media ± desv.típ.
Punto 1	$4.0x10^4 – 2.4x10^6$	$7.0x10^5 \pm 9.6x10^5$
Punto 2	$1.7x10^4 – 2.4x10^6$	$6.2x10^5 \pm 1.01x10^6$
Punto 3	$3.0x10^4 – 1.9x10^6$	$4.8x10^5 \pm 6.3x10^5$
Punto 4	$2.0x10^3 – 1.7x10^6$	$3.7x10^5 \pm 5.7x10^5$
Punto 5	$4.0x10^3 – 1.0x10^6$	$2.4x10^5 \pm 3.8x10^5$
Punto 6	$3.0x10^3 – 1.0x10^5$	$3.2x10^4 \pm 3.1x10^4$
Global	$2.0x10^3 – 2.4x10^6$	$4.0x10^5 \pm 7.0\ x10^5$

En este caso, sí se detectaron diferencias significativas entre puntos de muestreo (F=4.542; p= 0.001), de tal manera que en el agua residual depurada a distribuir (punto 6), el contenido en coliformes fecales es menor que en el agua del depósito regulador del bombeo (punto 1) (p= 0.001), depósito regulador del transporte (punto 2) (p= 0.037), y la conducción de transporte antes de la incorporación del agua de pozo (punto 3) (p= 0.006).

Por otro lado, se ha determinado una correlación significativa entre coliformes fecales y estreptococos fecales de 0.285 (p= 0.011), y con MES de 0.478 (p= 0.000) (Tabla 7).

Estreptococos fecales. Los recuentos de estreptococos fecales variaron entre las $2.0x10^2$ y $7.0x10^5$ UFC/100 ml ($9.66x10^4 \pm 1.3x10^5$). En la Tabla 4 se presentan los resultados obtenidos para los seis puntos de muestreo y la totalidad de las muestras analizadas.

Se encontraron diferencias entre puntos de muestreo (F=5.136; p= 0.000), de tal manera que el agua a distribuir (mezclador, punto 6), tiene un contenido en estreptococos fecales inferior al determinado para el agua a la salida del depósito regulador del transporte (punto 2) y en la conducción de transporte antes de la entrada de agua de pozo 3) (p= 0.039, p= 0.001). Asimismo, el agua en la entrada a la balsa (punto 5), tiene una concentración de estreptococos fecales menor que el punto 3 (p= 0.007).

El contenido en estreptococos fecales se correlacionó con el de coliformes fecales (0.285; p= 0.011), clostridios sulfito reductores (0.317; p= 0.006), *Giardia lamblia* (0.277; p= 0.013), DBO_5 (0.203; p= 0.007), y MES (0.344; p= 0.002) (Tabla 7).

Clostridios sulfito reductores. Los recuentos de clostridios sulfito reductores tienen un rango para la totalidad de las muestras analizadas de 50 a $1.9x10^5$ UFC/100 ml ($3.0x10^4 \pm 4.6x10^4$). Los resultados por punto de muestreo se pueden observar en la Tabla 5.

También se detectaron diferencias entre puntos de muestreo para los resultados de este parámetro. El agua

Tabla 4: Rango, media y desviación típica (UFC/100 ml) de estreptococos fecales en las muestras analizadas por punto de muestreo y global.

Punto de muestreo	Rango (UFC/100 ml)	Media ± desv.típ.
Punto 1	$1.0x10^3 – 4.0x10^5$	$1.2x10^5 \pm 1.4x10^5$
Punto 2	$2.0x10^3 – 3.6x10^5$	$1.2x10^5 \pm 1.3x10^5$
Punto 3	$9.0x10^3 – 7.0x10^5$	$1.7x10^5 \pm 1.8x10^5$
Punto 4	$2.0x10^3 – 5.3x10^5$	$1.1x10^5 \pm 1.5x10^5$
Punto 5	$2.0x10^2 – 1.2x10^5$	$2.8x10^4 \pm 3.6x10^4$
Punto 6	$1.0x10^3 – 3.2x10^5$	$1.1x10^4 \pm 8.7x10^3$
Global	$2.0x10^2 - 7.0x10^5$	$9.7x10^4 \pm 1.3x10^5$

Tabla 5: Rango, media y desviación típica (UFC/100 ml) de clostridios sulfito reductores en las muestras analizadas por punto de muestreo y global.

Punto de muestreo	Rango (UFC/100 ml)	Media ± desv.típ.
Punto 1	$2.0x10^3$ – $1.9x10^5$	$4.4x10^4$ ± $6.2x10^4$
Punto 2	$2.0x10^3$ – $1.9x10^5$	$2.6x10^4$ ± $5.0x10^4$
Punto 3	$1.0x10^3$ – $1.4x10^5$	$3.3x10^4$ ± $4.7x10^4$
Punto 4	$4.0x10^3$ – $1.3x10^5$	$3.1x10^4$ ± $4.2x10^4$
Punto 5	$2.0x10^3$ – $1.6x10^5$	$3.2x10^4$ ± $4.8x10^4$
Punto 6	50 – $6.5x10^4$	$1.2x10^4$ ± $1.7x10^4$
Global	50 - $1.9x10^5$	$3.0x10^4$ ± $4.6x10^4$

residual depurada en el momento previo a la distribución (punto 6), presenta un contenido significativamente menor que el correspondiente al agua residual depurada antes de ser sometida al transporte y tratamiento avanzado (punto 1) (F= 2.269; p= 0.026). La concentración de clostridios sulfito reductores presenta correlación con la de *Giardia lamblia*, tal y como ya se indicó, y con MES (0.238; p= 0.035).

Determinaciones de parámetros físico químicos

El rango y la media de las determinaciones físico químicas realizadas por punto de muestreo se presentan en la Tabla 6.

DISCUSIÓN

Se detectó la presencia de quistes de *Giardia lamblia* en el agua residual depurada de la ciudad de Santa Cruz de Tenerife. Los resultados contrastan con los obtenidos por Ahmad *et al.* [2], que en efluentes de plantas de tratamiento convencional, en las que el agua residual era sometida a un pretratamiento, tratamiento secundario químico y tratamiento avanzado de filtración por arena y cloración, no detectaron presencia de *Giardia lamblia,* con concentraciones de cloro residual libre de 2.6 a 4.3 y cloro total de 3.2 a 4.8 mg/l. Esto demuestra que el tratamiento de depuración y el avanzado de filtración y cloración, parecen tener eficacia en la reducción de este parámetro, influyendo principalmente la filtración.

Tabla 6: Rango y valor medio de los resultados de DBO_5 y MES en las muestras analizadas por punto de muestreo y global.

Punto de muestreo	DBO_5	MES
Punto 1	17.0 – 130 (32.0)	17.0 – 126 (29.7)
Punto 2	16.0 – 50.0 (25.3)	17.0 – 31.0 (23.8)
Punto 3	18.0 – 72.0 (36.4)	14.0 – 34.0 (23.2)
Punto 4	15.0 – 58.0 (29.0)	9.00 – 28.0 (19.8)
Punto 5	8.00 – 50.0 (26.1)	11.0 – 28.0 (18.4)
Punto 6	5.00 – 27.5 (14.1)	3.00 – 23.0 (13.6)
Global	5.00 – 130 (27.2)	3.00 – 126 (24.4)

Análisis estadístico

El análisis de regresión puso de manifiesto la existencia de correlaciones significativas entre algunos de los parámetros analizados. Los resultados se muestran en la Tabla 7.

En nuestro caso, la valoración de las variaciones entre puntos de toma de muestras pone de manifiesto que la dilución producida por el aporte de agua de pozo y el

Tabla 7: Resultados del análisis de regresión

	CF	SF	CSR	*Giardia*	*Cryptos*	DBO_5	MES
CF	1.000	**0.285***	0.023	0.043	0.040	0.204	**0.478****
		(0.011)	(0.842)	(0.703)	(0.720)	(0.065)	**(0.000)**
SF		1.000	**0.317****	**0.277***	-0.066	**0.303****	**0.344****
			(0.006)	**(0.013)**	(0.564)	**(0.007)**	**(0.002)**
CSR			1.000	**0.237***	-0.040	0.056	**0.238***
				(0.036)	(0.731)	(0.627)	**(0.035)**
Giardia				1.000	-0.019	**0.314****	**0.388****
					(0.864)	**(0.004)**	**(0.000)**
Cryptos					1.000	-0.040	0.116
						(0.720)	(0.295)
DBO_5						1.000	**0.371****
							(0.001)

transporte a lo largo de la conducción producen una reducción considerable del contenido en quistes.

Por otro lado, las correlaciones bajas encontradas entre los quistes de *Giardia lamblia* y los dos indicadores bacterianos de contaminación fecal, así como la ausencia de relación alguna con el otro grupo indicador bacteriano utilizado, coliformes fecales, sugieren que estas bacterias no reflejan de una forma clara los contenidos de este protozoo presentes en las aguas residuales, resultados que coinciden con los obtenidos por otros autores [2]. La correlación entre la concentración de quistes de *Giardia lamblia* y MES es lógica, al comportarse los quistes como material particulado, viéndose afectados por los mismos factores que actúan sobre la materia en suspensión.

Asimismo, se detectó la presencia de ooquistes de *Cryptosporidium* spp., en todos los puntos de muestreo, a excepción del correspondiente al agua final a distribuir, si bien no existieron diferencias significativas entre estos puntos, lo que indica que la contribución del transporte y del tratamiento avanzado aplicado en el momento del estudio, a la disminución del número de ooquistes en el agua residual a reutilizar, es mínima. A diferencia de otros estudios en los que los efluentes de aguas residuales domésticas llegaron a contener hasta 5200 ooquistes/litro [7], el número de ooquistes encontrado en este estudio fue muy bajo, debido quizás, por una parte, al origen doméstico, casi exclusivo, de las aguas estudiadas y, por otro, a la baja prevalencia de *Cryptosporidium* spp. en la población de la Ciudad. No se observaron correlaciones claras entre el número de ooquistes de *Cryptosporidium* spp. y el resto de los parámetros estudiados. Esto demuestra, como para el caso de *Giardia lamblia*, que no es válida la utilización de cualquiera de los indicadores bacterianos de contaminación fecal para evaluar la presencia o el comportamiento de estos protozoos en los distintos sistemas de tratamiento de agua residual.

Contenidos bajos, como los obtenidos en este trabajo, tanto de *Cryptosporidium* spp. como de *Giardia lamblia,* pueden estar relacionados con las características del agua y del método empleado para la concentración e identificación de estos parásitos. Debido al alto contenido en materia orgánica, ooquistes y quistes, pueden quedar ocluidos y dar lugar a falsos negativos o recuentos erróneamente bajos [8, 9], lo que implicaría la necesidad de utilizar una fase de clarificación con percoll-sacarosa o una inmunoseparación (IMS) posterior a la de concentración, que al mismo tiempo eliminaría posibles reacciones cruzadas con otros organismos, por ejemplo con algas [10].

Las diferencias encontradas entre los distintos puntos de muestreo sugieren una disminución del contenido en coliformes fecales debida al transporte. Por su parte, los resultados parecen indicar que el tratamiento avanzado parcial, contrariamente a lo supuesto de antemano, no produce una disminución significativa en el contenido en coliformes fecales. Las reducciones conseguidas se asemejan a las obtenidas con otros tratamientos basados en lagunas de estabilización [11].

Como cabría esperar existe correlación entre los dos indicadores de contaminación fecal: coliformes fecales y estreptococos fecales.

En el caso de los estreptococos fecales, la reducción observada a lo largo del sistema, parece ser debida tanto al transporte como a la inyección de agua de pozo que se produce entre los puntos 3 y 4. Sin embargo, el tratamiento avanzado no parece producir disminución alguna, hecho observado igualmente para coliformes fecales. La reducción del contenido de estreptococos es, en este caso también, similar a las reducciones obtenidas en el caso de tratamientos de aguas residuales urbanas por lagunaje[11]. Las correlaciones obtenidas con coliformes fecales, clostridios sulfito reductores, *Giardia lamblia*, *Cryptosporidium* spp., DBO_5 y MES, parecen indicar un mayor contenido de estreptococos en las muestras de agua residual depurada de mayor carga en materia orgánica y en suspensión, es decir, con una menor depuración.

Finalmente, para clostridios sulfito reductores, el conjunto de las operaciones efectuadas produce una reducción significativa del contenido, observándose una reducción significativa en el agua residual depurada a distribuir. La correlación con el contenido en quistes de *Giardia lamblia* y con MES, es debida al comportamiento de los esporos de este grupo de indicadores de contaminación fecal, como partículas en suspensión.

Agradecimientos

A Don Emilio Álvarez por la dedicación y entrega con la que realiza su trabajo.

Al personal del Departamento de Ingeniería Química y Tecnología Farmacéutica que realizó las determinaciones físico químicas.

BIBLIOGRAFÍA

1. Cabildo Insular de Tenerife. Plan Hidrológico Insular de Tenerife. 1989:133.
2. Ahmad RA, Lee E, Tan ITL y Mohamad-Kamel AG. Occurrence of *Giardia* cysts and *Cryptosporidium* oocysts in raw and treated water from two water treatment plants in Selangor, Malaysia. Wat Res 1997; 31:3132-6.
3. U.S. Food & Drug Administration. The Bad Bug Book. Foodborne pathogenic Microorganims and Natural Toxins Handbook. 1997; 410.
4. Bella SW HO and Tam TY. *Giardia* and *Cryptosporidium* in sewage contaminated river waters. Wat Res 1998; 32: 2860-4.
5. Vesey G, Sladed JS, Byrne M, Shepherd K y Fricker CR. A new method for the concentration of *Cryptosporidium* oocysts from water. J Appl Bacteriol 1993; 75:82-6.
6. American Public Health Association. American Water Works Association. Water Environmet Federation. Standard Methods for the examination of water and wastewater. 19 Ed. Washington, 1995.
7. Madore MS, Rose JB, Gerba CP, Arrowood MJ y Sterling CR. Ocurrence of *Cryptosporidium* oocysts in sewage efluents and selected surface waters. J Parasitol 1987; 73: 702-5.
8. Bifulco JM and Schaefer III FW. Antibody – magnetite method for selective concentration of *Giardia lamblia* cysts from water samples. Appl Environ Microbiol 1993; 59: 772-6.
9. Shepherd KM and Wyn – Jones AP. An evaluation of methods for the simultaneous detection of *Crystosporidium* oocysts and *Giardia* cysts from water. Appl Environ Microbiol 1996; 62: 1317-22.
10. Rodgers MR, Flanigan DJ and Jakubowski W. Identification of algae which interfere with the detection of *Giardia* cysts and *Cryptosporidium* oocysts in water. Appl Environ Microbiol 1995; 61: 3759-63.
11. El Hamouri B, Khallayoune K, Bouzoubaa K, Rhallabi N and Chalabi M. High – rate algal pond performances in feacal coliforms and helmints eggs removal. *Wat Res* 1994; 28: 171-4.

EVOLUCIÓN DE LOS NIVELES DE INMISIÓN DE CONTAMINACIÓN ATMOSFERICA EN UNA CIUDAD INDUSTRIAL (ALCOY) DESDE 1989 A 2000

EVOLUTION ON THE EMISSION LEVELS OF ATMOSPHERIC POLLUTION IN AN INDUSTRIAL CITY (ALCOY, SPAIN) FROM 1989 TO 2000

P. Varó Galvañ y A. Carratalá Giménez

Departamento de Ingeniería Química, Universidad de Alicante

RESUMEN

Este trabajo presenta la evolución de los niveles de contaminantes atmosféricos medidos en la ciudad de Alcoy en las estaciones de la red manual (SO_2 y Humos negros) desde el año 1989 al año 2000 y de las estaciones de la red automática (SO_2, NO_2 y partículas en suspensión totales) desde el año 1995 al año 2000. El análisis de las series de datos permiten detectar el paralelismo de los dos sistemas de medida y la mejora de la calidad del aire, acusado descenso de los niveles de SO_2 y humos negros, registrada por el cambio de combustible a gas natural a partir de 1997. Así mismo, el análisis de los patrones de evolución diaria en las series de las estaciones automáticas junto con las características topográficas permiten interpretar las variaciones de las diferencias espaciales encontradas.

PALABRAS CLAVE: calidad del aire, SO_2, NO_2, Humos negros, partículas en suspensión totales, redes de medida, series temporales.

ABSTRACT

This work presents the evolution of the levels of atmospheric contaminants measured in the city of Alcoy (Spain) in the stations of the manual network (SO_2 and Black smokes) from the year 1989 till 2000; as well as in the stations of the automatic network (SO_2, NO_2 and suspended particles) between the years 1995 and 2000. The analysis of these data series allow to detect the parallel existing between the two measuring systems and the improvement of the air quality: a significant decrease in the levels of SO_2 and Black smokes coinciding with the change from Diesel to natural gas in the heating systems of the region in 1997. At the same time, the analysis of the patterns of daily evolution in the series obtained in the automatic network, together with the topographic characteristics, has allowed to interpret the spatial variations found.

KEYWORDS: Air quality, SO_2, NO_2, Black smokes, total suspended particles, measuring networks, time series.

INTRODUCCIÓN

El conocimiento de los valores de inmisión en el aire ambiente nos acerca a los de la dosis a la que está expuesta la población posibilitando el estudio de sus efectos en salud. Este hecho ha justificado históricamente el control y la vigilancia de los niveles de inmisión de contaminación atmosférica [1].

Los efectos relacionados con la exposición a la contaminación atmosférica son diversos. Los más estudiados son aquellos que se producen a corto plazo, es decir, en el periodo de unos pocos días, habitualmente menos de una semana, después de la exposición [2,3].

Aunque los niveles actuales de contaminantes atmosféricos en los países del mundo occidental pueden, en general considerarse moderados, la preocupación acerca de sus posibles efectos en la salud de las personas persiste [4,5]. Por un lado, en los últimos años un número importante de estudios realizados en distintas ciudades ha encontrado que, aunque por debajo de los niveles de calidad del aire considerados como seguros, los incrementos de los niveles de la contaminación atmosférica se asocian con efectos nocivos sobre la salud [6,7]. Por otro lado, aumenta la preocupación sobre los posibles riesgos de agentes para los que no existe una evaluación satisfactoria [8].

Correspondencia: Pedro Varó Galvañ Departamento de Ingeniería Química, Universidad de Alicante.Apartado de Correos 88, 03080 Alicante. Teléfono: 965903876. Fax: 965903826. E-mail: pedro.varo@ua.es, a.carratala@ua.es

La protección eficaz de los riesgos contra la salud relacionados con la contaminación del aire, es uno de los objetivos fijados por la OMS para el siglo XXI [9]. La contaminación del aire es objeto de atención en el VI Programa de Medio Ambiente de las Comunidades Europeas, destacando como objetivo el conseguir una calidad medioambiental tal que los niveles de contaminación artificiales no den lugar a impactos ni riesgos importantes para la salud humana [10].

Desde el punto de vista de protección ambiental, sería muy importante desarrollar estrategias intersectoriales con los organismo que planifican y ordenan el territorio, así como los servicios de seguimientos y control de la contaminación atmosférica para el fin de reducir las concentraciones de inmisión de los contaminantes atmosféricos, y proteger de esta forma la salud [11].

El interés y la preocupación por la calidad del aire parece haber despertado en los países de nuestro entorno socioeconómico y ha llevado a la promulgación de nuevas leyes y a la definición de políticas de salud pública [12] para mejorar la calidad del aire. Así el desarrollo de la directiva 1999/30/CE [13] estable los valores límite para el dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno y óxidos de nitrógeno, partículas y plomo en el aire ambiente, que se deben cumplir en los Estados miembros de la Unión Europea a partir del 19 de julio de 2001, si bien para ciertos contaminantes se han ampliado los plazos de cumplimiento hasta el año 2005 y 2010.

El objetivo de este estudio es presentar la evolución de los principales contaminantes como son el SO_2 y las partículas en suspensión en la ciudad de Alcoy durante los últimos doce años, así como, poner de manifiesto la utilidad del seguimiento sistemático mediante redes de vigilancia, ya sea manuales o automáticas, a la hora de detectar problemas de contaminación y de reflejar la efectividad las medidas de reducción de emisiones.

Antecedentes

La vigilancia y control de la contaminación atmosférica comienza a realizarse en la ciudad de Alcoy en 1989, si bien los datos no fueron considerados por la Red Nacional de Vigilancia y Prevención de la Contaminación Atmosférica (RNVPCA) hasta enero de 1990 [14]. Las primeras ciudades de la provincia donde se instalaron estaciones de vigilancia para la medida de contaminantes atmosféricos fueron Alcoy y Alicante [15].

Características generales

La ciudad de Alcoy se encuentra encajada en el fondo de una hoya que lleva su nombre, rodeada por las sierras de Mariola (1053 m), Barrancones (1255 m) y La Serreta (1051 m). Y atravesada por los ríos Riquel y Molinar. Esta realidad topográfica unida a la meteorología de la zona, es decisiva para las posibilidades de difusión de los contaminantes atmosféricos en el valle de Alcoy.

La extensión del municipio de Alcoy es de 130,6 Km^2, con una población de 66.244 habitantes lo que la sitúa en el tercera población de la provincia. La población activa según actividades económicas se distribuye 1,6% agricultura, 0,6% energía y agua, 47,9% industria, 6,2% construcción y 43,5% servicios. La actividad industrial se caracteriza por la existencia de industria textil, metalúrgica y papelera.

La ciudad de Alcoy es paso obligado para la comunicación de los municipios que la rodean, algunos de ellos de gran actividad industrial, con la provincia de Valencia y Alicante, por su casco urbano discurre la Nacional 340 que une Alicante y Valencia.

La ordenación urbana actual de Alcoy [16] posibilita la existencia de actividad industrial, principalmente en dos polígonos industriales situados uno al sur (polígono de la Beniata) y otro al norte (polígono Cotes Baixes), si bien todavía persiste actividad industrial en el centro de la ciudad junto al cauce del río Riquer a su paso por el caso urbano. Por todo ello las posibles emisiones de contaminantes debido a actividades industriales, podría decirse que sigue el eje de la Nacional 320 que cruza el casco urbano de sur a norte.

MATERIALES Y MÉTODOS

La red de control esta compuesta por tres estaciones, una manual y dos automáticas, las características de las mismas están reflejadas en la Tabla 1. Los sensores que componen la red manual son un captadores de pequeño volumen, modelo CPV 8D/A de la marca MCV y un captador de partículas, que constituyen una estación clasificada de cuarta categoría, según la RNVPCA [17]. Las dos estaciones automáticas pueden clasificarse como estaciones de segunda categoría, ya que no disponen de parámetros de microclima, utilizando datos meteorológicos promedio de otras estaciones meteorológicas.

Ubicación de las estaciones

La red de estaciones de vigilancia se diseño de forma estratégica[18] atendiendo a criterios sanitarios situando las estaciones en el eje SW-NE de la ciudad, que abarca todo el núcleo urbano de Alcoy. La ubicación de las mismas sobre el plano a escala de la ciudad de Alcoy se representa en la Figura 1.

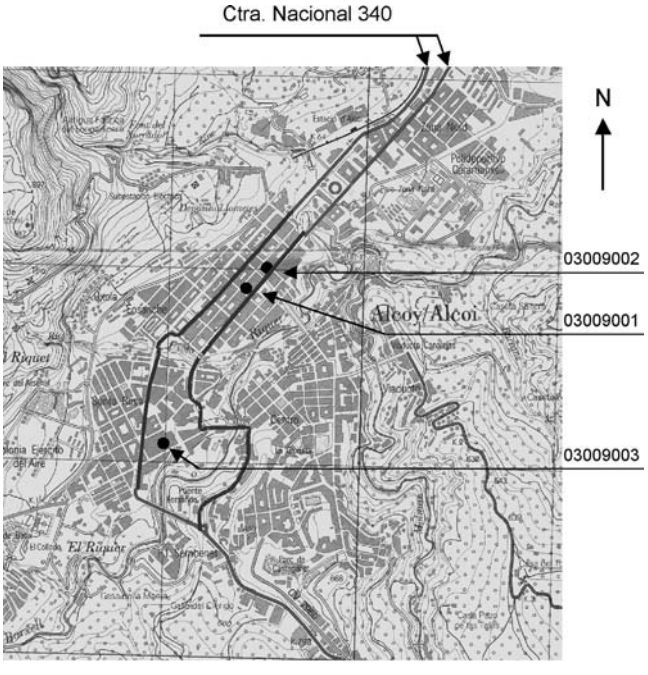


Figura 1. Ubicación de las estaciones de la red de vigilancia de la calidad del aire en la ciudad de Alcoy.

Periodo de estudio

El periodo de estudio para los datos de calidad del aire que se presentan en este trabajo ha sido de once años tropicales 1989-2000 (de 1 de abril a 31 de marzo) para la estación manual (código 03009001), y de seis años civiles 1995-2000 (de 1 de enero a 31 de diciembre) para las estaciones automáticas. La estación de Rosaleda (código 03009002) se encuentra en una plaza adyacente a la carretera N-340, abierta al polígono industrial localizado a lo largo en el río Riquer a su paso por la ciudad, mientras que la estación de Oliver (código 03009003) se encuentra en una zona ajardinada dentro de las instalaciones del hospital geriátrico Dr. Oliver adyacente a la carretera C-3313 a unos 1100 m de distancia y a una cota 4 m superior a la estación de Rosaleda.

Métodos de captación y análisis

La metodología seguida en cuanto a la toma de muestras para la estación manual ha sido la establecida en la legislación en vigor [19,20]. Las determinaciones analíticas de humos y SO_2 se realizaron utilizando para ello la técnica del humo normalizado y de la thorina. Las estaciones automáticas proporcionan información sobre los niveles de contaminantes que monitorizan a escala horaria o menor, por lo que de ellas, dependiendo del periodo de integración, se podrá obtener información análoga a las estaciones manuales (evolución diaria, mensual, anual) o de las evoluciones a lo largo del día. Las estaciones automáticas monitorizan dióxido de azufre, partículas totales en suspensión, óxidos de nitrógeno, monóxido de carbono, ozono y plomo, las técnicas analíticas utilizadas para estos parámetros aparecen reflejadas en la Tabla 1.

RESULTADOS

Estación manual

Los registros disponibles de la estación manual muestran en el periodo 1989 a 2000 una clara tendencia a la disminución para los contaminantes humos negros y SO_2, en la figura 2 se representa la evolución del percentil 98 (P98), la media aritmética y la mediana (P50) para el parámetro humos negros. Los valores anuales de P98 y P50 no superan los valores límites que estable la normativa actual en vigor[21] para este contaminante. La evolución de los valores anuales P98, P50 y media aritmética para el contaminante SO_2 (Figura 3), muestra que en a principios de los años 90 estos contaminantes estaban comprendidos en el rango de 40 y 60 $\mu g/m^3N$ y en los últimos años han pasado a estar en el rango de 0 a 20 $\mu g/m^3N$, no superándose en el periodo de estudio los valores limite de la normativa actual [21].

Estaciones automáticas

En la tabla 2 se presentan los niveles de SO_2 (valor medio y percentíl 98) en el periodo enero a diciembre registrados en las estaciones automáticas. Dichos valores han sido calculados a partir de los valores medios diarios de forma análoga a la estación manual.

En ella puede verse la evolución desde 1995 al año 2000 en las dos estaciones. En ambas estaciones los tres primeros años presentan valores muy superiores a los de los tres últimos tanto de los valores medios como del P98. El año 1998 presenta valores bajos aunque no tanto como los dos siguientes.

Tabla 1. Características de las estaciones que componen la red de vigilancia de la calidad del aire de Alcoy

CARACTERÍSTICAS DE UBICACIÓN			
PARAMETRO	Valor	Valor	Valor
Estación	Manual	Automática	Automática
Código	03009001	03009002	03009003
Nombre	Alcoy	Rosaleda	Hospital Geriátrico
Dirección	Av. Alameda, 41	Pl. de la Constitución, s/n	Av. Dr. Oliver, s/n
Longitud	0º 28´ 33´´ W	0º 28´ 32´´ W	0º 28´ 48´´ W
Latitud	38º 42´16´´ N	38º 42´17´´ N	38º 41´45´´ N
Altitud (m)	562	562	566
Zona	Urbana	Urbana	Urbana
Tipo	Residencial-comercial	Residencial-comercial	Residencial
Tráfico	Moderado	Intenso	Ligero
Distancia a obstáculos (m)	1	2	5
Distancia a vías de tráfico (m)	2	5	10
Fecha de instalación	1990	1992	1992
Altura instalación sensores (m)	3	3.5	3.5
CARACTERÍSTICAS ANALÍTICAS			
SENSORES	Técnica analítica	Técnica analítica	Técnica analítica
SO_2	Thorina (laboratorio)	Fluorescencia Ultravioleta	Fluorescencia Ultravioleta
HN, PST	HN Reflectometría (lab)	PST Atenuación a la radiación β	PST Atenuación a la radiación β
NO_x	-	Quimiluminiscencia	Quimiluminiscencia
CO	-	Absorción Infrarroja	Absorción Infrarroja
O_3	-	Absorción Ultravioleta	Absorción Ultravioleta
Pb	-	Absorción Atómica (labo)	Absorción Atómica (labo)

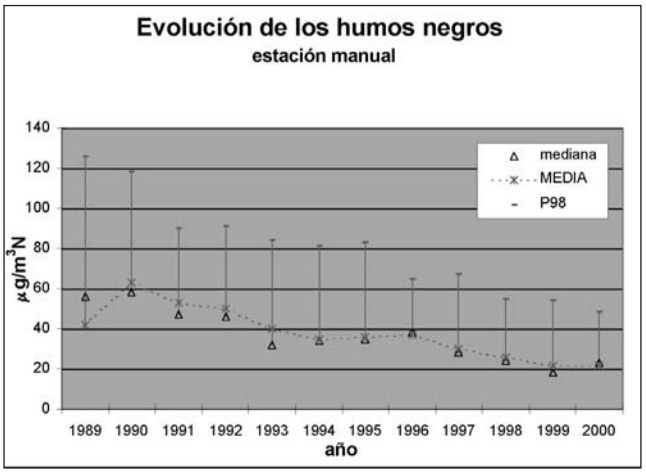


Figura 2: Evolución Humos Negros de la estación manual (periodo 1989-2000).

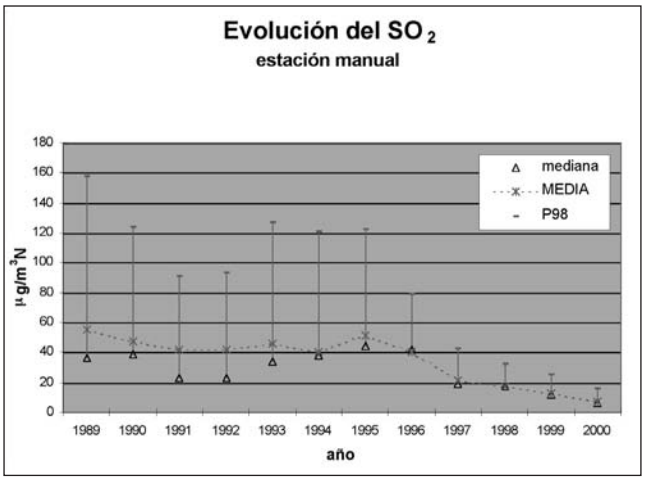


Figura 3: Evolución SO_2 de la estación manual (periodo 1989-2000).

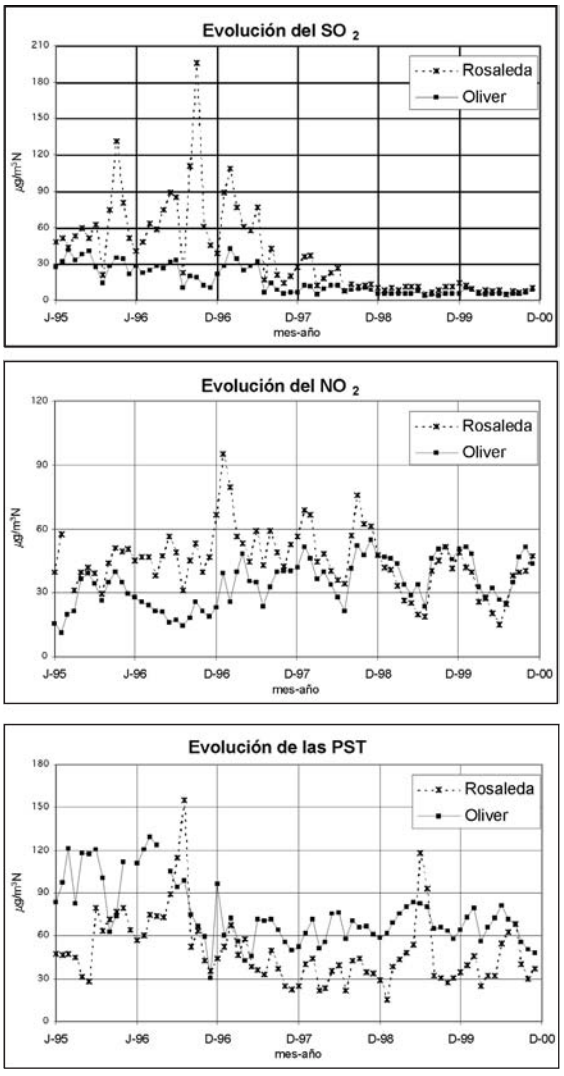


Figura 4: Evolución de los valores mensuales de SO_2, NO_2 y PST desde el año 1995 al 2000.

Tabla 2. Niveles de SO_2 (µg SO_2/m³N) registrados en las estaciones automáticas de Alcoy desde 1995 al año 2000.

ESTACIÓN	ROSALEDA				OLIVER			
AÑO	N.º días	Valor medio	Mediana	P98	N.º días	Valor medio	Mediana	P98
1995	254	60.5	48.1	225	318	30.6	26.0	70
1996	343	73.9	48.4	306	361	22.7	17.3	67
1997	319	52.1	34.3	171	341	21.4	12.4	73
1998	356	19.9	13.9	74	356	9.6	8.3	23
1999	364	9.5	7.6	30	357	5.6	4.5	14
2000	323	8.7	7.6	21	359	6.5	5.7	17

Existe una diferencia notable entre los valores de las dos estaciones. La estación de Rosaleda es la que presenta los niveles más altos, estando próximo a superar en el año 1996 el valor límite para el P98 (350 µg/m³N). Mientras que los niveles registrados en la estación de Oliver son prácticamente la mitad.

En la figura 4, se presenta la evolución anual de los valores mensuales para el SO_2, NO_2 y Partículas en suspensión totales (PST) desde 1995 al 2000. En el caso del SO_2 se observan los mayores niveles durante los tres primeros años. La evolución paralela de ambas estaciones refuerza la validez de los resultados pese a la diferencia en los niveles entre ambas estaciones. En el caso de NO_2 y PST, se mantiene el mismo patrón en cuanto a los niveles (más elevados durante los tres primeros años) y con respecto al paralelismo entre estaciones la concordancia es más evidente durante los años 1997 a 2000 que en los anteriores.

Durante los años 1995 y 1996, la evolución a lo largo del año se caracteriza por no seguir una pauta clara salvo por los menores niveles registrados durante el mes de Agosto, mes en el que se realiza una parada generalizada de la actividad industrial por las vacaciones de verano. Igualmente resultan curioso la subida de los niveles promedio desde Agosto a Octubre durante estos dos años, lo que podría atribuirse a ritmos de producción.

La evolución a lo largo del año en los años 1998,1999 y 2000 sigue una pauta muy paralela en ambas estaciones y mucho mas definida repitiéndose en los tres periodos. El ciclo, en el caso de NO_2, presenta los mayores valores en los meses invernales produciéndose un descenso gradual hasta el mínimo en agosto. Para el SO_2, la evolución es similar aunque con menores diferencias entre invierno y verano. En el caso de las partículas no existe un ciclo definido produciéndose además algunos de los valores más elevados durante el verano.

La evolución de los valores horarios de SO_2 a lo largo del día en el año 1995 y 2000 de las estaciones automáticas (Rosaleda y Oliver) se representa en la figura 5. Si nos fijamos en la estación de Rosaleda, durante 1995 presentaba los mayores valores durante las horas nocturnas con un máximo a las primeras horas de actividad 8-9 mañana (7-8 hora solar) para descender y tomar los valores mínimos en las horas centrales del día. Durante el año 2000 los niveles descienden considerablemente (los nocturnos a más de la quinta parte), sigue habiendo un pico al inicio de la actividad diurna manteniéndose los mayores niveles durante el día y los menores durante la noche.

La estación de Oliver, con valores sensiblemente más bajos que Rosaleda, durante 1995, tiene localizados los mayores niveles de SO_2 en las horas centrales del día. Estos son simultáneos y del mismo orden que los valores mínimos que la estación de Rosaleda. La estación de Oliver que durante el año 1995 presenta un ciclo diario para el SO_2 muy distinto de la de Rosaleda pasa en el año 2000 a tener un ciclo diario similar al de Rosaleda y con unos niveles menos diferenciados.

Comparación entre estaciones

La comparación de los datos de las estaciones manuales y automáticas en el periodo de 1995 a 2000 para el SO_2 (Figura 6a) muestran una disminución considerable en los registros de todas la estaciones, lo que por una parte confirma la tendencia que se venía registrando en los datos de la estación manual, y por otra manifiesta la bondad de los registros de la estación manual.

Las concentraciones media anuales de SO_2 registrados en las estaciones de Alcoy indican que los niveles en el año 2000 para este contaminante se han reducido a la sexta parte de los registrados en 1995 en las mismas estaciones.

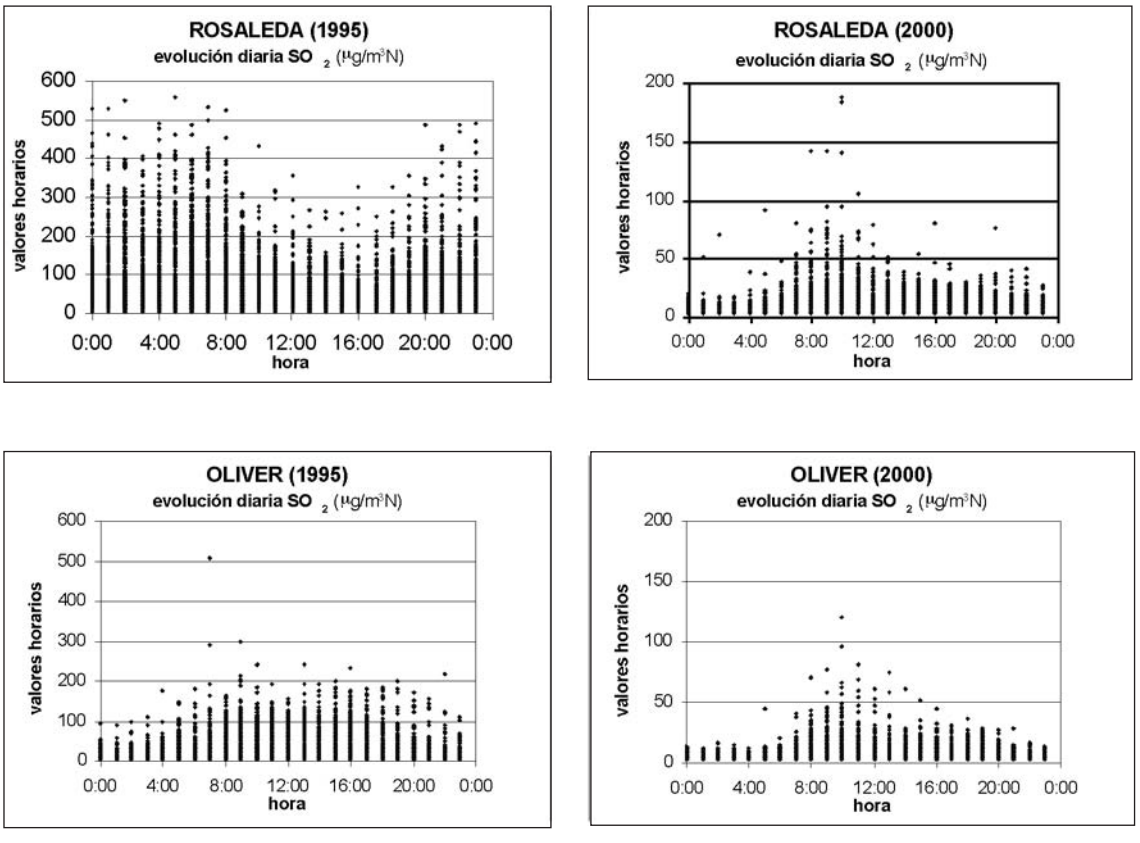
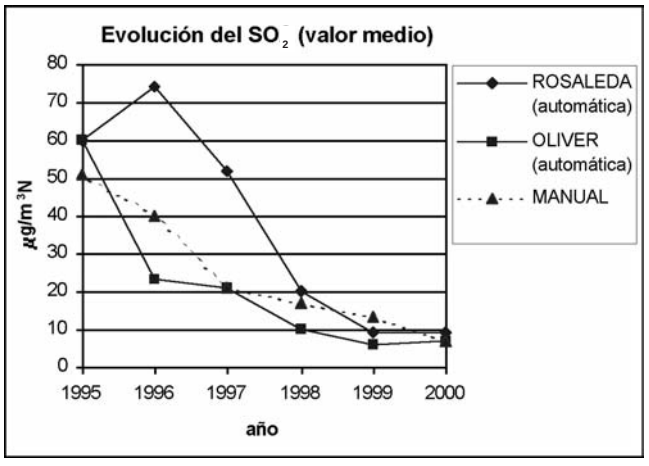


Figura 5: Evolución diaria de los niveles horarios de SO2 durante el año 1995 y el año 2000.

En la Figura 6b se representa la evolución de la media aritmética anual de los humos negros (estación manual) y PST (estaciones automáticas) para las estaciones de la red de la ciudad. Aunque los niveles de HN y PST no son comparables ya que miden distintas fracciones, algunos autores[22] dan la equivalencia de que los HN se correspon-

a)



b)

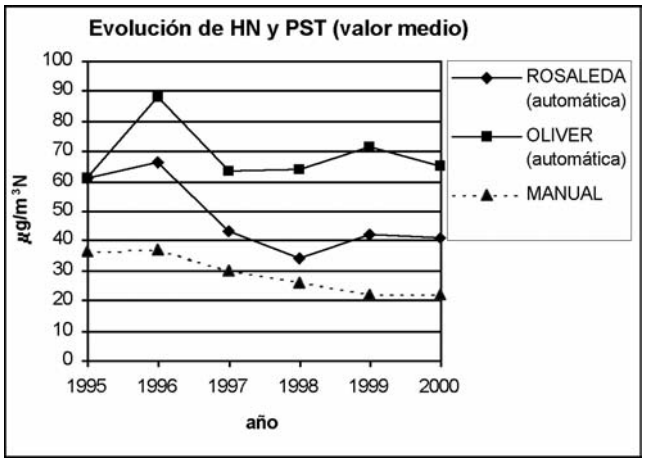


Figura 6: Comparación de las evoluciones de los valores medios anuales para las estaciones manual y automáticas. a) SO_2 b) humos negros (manual) PST (automática).

den con el 55% de las PST. En este trabajo se ha encontrado que los humos negros en la estación manual son el 56% de las PST de la estación automática de Rosaleda que es la que se encuentra más próxima. Comparando únicamente las tendencias se puede observar que para las partículas (HN o PST) no existe una reducción tan acusada como en el SO_2, y que hay diferencias considerables de unas estaciones a otras. Así la estación manual es la que presenta una tendencia a la reducción de los niveles humos negros más clara, evolucionando desde unos 40 µg/m³N a 20 µg/m³N en los seis años. La evolución de los niveles de PST de las estaciones de Oliver y Rosaleda (lógicamente superiores a los de HN) no es tan clara como la que presentan los HN en la estación manual. La estación de Rosaleda es la única que realmente registra una reducción apreciable para PST, pasando en 60 µg/m³N en el año 1995 a 40 µg/m³N en el año 2000.

DISCUSIÓN

Entre 1989 y 2000, los dos contaminantes para los que se dispone de datos de toda la serie (humos negros y SO_2) muestran en la estación manual una clara disminución en sus concentraciones (alrededor de un 65%). El descenso comienza en 1997 y de forma más acusado se observa a partir de la puesta en funcionamiento de la red de gas natural en las industrias en el año 1998, con la reducción de emisiones debido a la actividad industrial.

Los niveles de humos negros y SO_2 han disminuido considerablemente respecto a la situación de partida, así en 1991[23], los valores estadísticos más elevados de la contaminación de SO_2 y humos negros en la provincia de Alicante correspondían a Alcoy.

Los niveles de SO_2 registrados en las estaciones automáticas de Alcoy comparadas con otras estaciones de la Comunidad Valenciana[24] en el año 1996 (Tabla 3) muestran que los niveles de SO_2 de la estación de Oliver son los típicos de una estación en una zona de contaminación fuertemente urbana como son los de Linares y Gran Vía (Valencia) o Renfe (Alicante). La estación de Rosaleda presenta durante el año 1996 los valores más altos de la Comunidad Valenciana tanto del valor medio como de P98 muy superiores a los de las estaciones del norte de Castellón (Corachar) que se encuentran intermitentemente afectadas por una potente fuente de SO_2 (Central Térmica). En Corachar aunque el P98 alcanzado es alto los valores medios anuales son muy bajos indicando los niveles altos no se mantienen durante mucho tiempo mientras que en Rosaleda los valores altos son persistentes conduciendo a un promedio anual alto.

Tabla 3. Valores promedios y del P98 en estaciones con valores altos de la red de la Comunidad Valenciana para el año 1996.

ESTACIÓN	PROVINCIA	TIPO	SO_2(µg/m³N)	
			valor medio	P98
Corachar	Castellón	Rural	19	80
Linares	Valencia	Urbana	29	51
Gran Vía	Valencia	Urbana	21	44
Renfe	Alicante	Urbana	19	57

La evolución de los valores medios mensuales de SO_2 y PST en las estaciones automáticas pone de manifiesto un cambio claro en el tipo de fuente desde 1995 y 1996 a 1998-2000, siendo el año 1997 un año de tránsito donde por la evolución de los niveles de SO_2 podría decirse que a partir de Agosto gran parte de las emisiones de las industrias han sido reducidas y al siguiente año (Agosto 1998) han quedado reducidas las propias de la actividad urbana, fundamentalmente transporte. En el caso de las PST el número de fuentes es más amplío que el correspondiente a los humos negros. Las primeras incluyen a las fuentes naturales y éstas pueden ser tanto de ámbito local como de transporte a larga distancia, mientras que los humos negros incluyen partículas procedentes de combustión. Por ello la evolución típica de las PST de una estación del área Mediterránea se invierte encontrándose los mayores niveles en verano coincidiendo con la mayor frecuencia de intrusiones saharianas y mayor aridez del suelo[25]. La relevancia de las partículas naturales en las PST podría ser también la causa de que no se aprecie tan claramente en ellas como en el caso de los HN la disminución de los niveles entre 1995 a 2000 con la reducción de las emisiones.

Otra forma en la que se pone de manifiesto el cambio en las emisiones, así como la relevancia que la topografía y meteorología tienen en la variabilidad espacial de las inmisiones se muestra en la evolución de los niveles diarios de SO_2 (Figura 5). La evolución de los niveles a lo largo del día es debida a variaciones en las emisiones y a las variaciones en las condiciones dispersivas. La estación de Rosaleda es la que se encuentra más próxima al polígono industrial y más encajada en el cauce del río Riquer mientras que la estación de Oliver se encuentra en una cota más elevada aguas arriba del mismo. Así mismo entre ambas estaciones se encuentra el cauce del río Uxola. La diferencia entre los ciclos diarios y los niveles en el año 1995 se explicaría por la mayor proximidad al polígono industrial y mayor encajonamiento de la estación de Rosaleda que registra los mayores niveles durante las horas de mayor estabilidad atmosférica. Durante estas horas el transporte de contaminantes desde en sentido ascendente del río está inhibido y no llega a alcanzar a la estación de Oliver. Con el calentamiento diurno inicia el movimiento de la masa de aire y el transporte y dilución de los contaminantes en sentido ascendente del cauce de los ríos quedando registrado el incremento de los niveles de inmisión en la estación de Oliver. El inicio de flujo de drenaje, en sentido descendente del cauce del río (durante la noche) produce la limpieza en las cotas más altas y su acumulación en las bajas.

Estos procesos dispersivos (estancamiento / transporte de contaminantes) continúan ocurriendo en el año 2000, sin embargo la desaparición de la fuente local de fuertes emisiones hace que los ciclo diarios de ambas estaciones se igualen quedando dominados por las emisiones dispersas propias del tráfico y la actividad urbana.

Los datos disponibles presenta la posibilidad de poder servir de base para estudios que permitan valorar el impacto real en la salud de la contaminación atmosférica [6,26,27].

Respecto a la ubicación de las estaciones existentes, y dado que las estaciones automáticas y manual reflejan la misma tendencia en cuanto a los contaminantes que se han podido comparar, como son humos negros y SO_2, no parece tener actualmente sentido la ubicación de la estacional manual en la Av. Alameda (03009001) a escasos 200 metros de la estación automática de La Rosaleda (03009002). En base a disponer de una red que permita la mayor cobertura poblacional de la ciudad, sería aconsejable el disponer de una estación de medida en la zona norte de la ciudad, con lo que se podría disponer de datos sobre la contaminación debidos por una parte el tráfico motivado por la N-320, así como a las emisiones de polígono industrial Cotes Baixes existente en la inmediaciones de esta zona.

La orografía de la ciudad parece aconsejar el disponer de al menos de alguna estación de primera categoría, por lo resultaría de utilidad la dotación de alguna de las estaciones automáticas existentes con los dispositivos para la medida de los parámetros meteorológicos necesarios.

AGRADECIMIENTOS

Los autores manifiestan su agradecimiento a la Generalitat Valenciana por el mantenimiento y la gestión de las redes de Calidad del aire manual y automática de la Generalitat Valenciana, al Centro de Estudios Ambientales del Mediterráneo por su labor de validación de los datos de las estaciones automáticas y asesoramiento en la presentación e interpretación de resultados. Así como al Departamento de Ingeniería Química, Universidad de Alicante, donde ha sido elaborado este trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

1. Aránguez, A.; Ordóñez, J.; Serano, J.; Aragonés, N.; Fernández-Patie,r R.; Gandarillas, A., et al. Rev Esp Salud Pub 1999; 73:123-132.
2. Katsouyanni, K.; Schwartz, J.; Spix, C.; Touloumi, G.; Zmirou, D.; Zanobetti, A.; Wojtyniak, B.; Vonk, J.; Tobias, A.; Ponka, A., et al. Short term effects of air pollution health: a European approach using epidemiologic time series data: the APEA protocol. J Epidemiol Commun Health 1996;50 Suppl 1:12-18.
3. Roemer, W.; Hoek, G.; Brunekreef, B.; Schouten, J.; Baldani, G.; Clench-Ass, K.; Englert, N.; Fischer, P.; Forsberg, B.; Halusszka, J., et al. Effect of short-term changes in urban air pollution on the respiratory health of children with chronic respiratory symptoms – The PEACE project: Introduction. Eur Respir Rev 1998;8(52)4-11.
4. Pope, C.; Kaner, R. Acute Effects of PM10 Pollution on Pulmonary Function of Smokes with Mild to Moderate Chronic Obstructive Pulmonary Disease. Am Rev Respir Dis 1993; 147:1336-40.
5. Touloumi, G.; Samolli, E.; Katsouyani, K. Daily mortality and "winter type" air pollution in Athens, Greece: a time series analysis within the APHEA project. J Epidemiol Community Health 1996;50 Suppl 1:47-51.
6. Ballester, F.; Corella, D.; Pérez-Hoyos, S.; Hervás, A. Air pollution and mortality in Valencia, Spain: a study the APEA methodology. J Epidemiol Community Health 1996; 50:527-33.
7. Ballester, F.; Sáez, M.; Alonso, M.; Taracido, M.; Ordóñez, J.; Aguinaga, I., et al. El proyecto EMECAM: Estudio multicéntrico sobre la relación entre la contaminación atmosférica y la mortalidad. Rev Esp Salud Pub 1999;73:165-175.
8. A Committee of the Environmental and Occupational Health Asembly of the American Thoracic Society. Health effects of outdoor air pollution (Part 1). Am J Respir Crit Care Med 1996;153:3-50.
9. World Health Organization. Health 21. The Health for all policy for the WHO Europea Region-21 Targets for the 21st Century. Copenhagen: WHO, 1998.
10. Comunidades Europeas. Medio ambiente 2010: El futuro está en nuestras manos. Programa de Acción Comunitaria Europea en materia de Medio Ambiente. Luxemburgo: Oficina de Publicaciones Oficiales de las Comunidades Europeas; 2001.
11. Ministerio de Sanidad y Consumo. Carta europea sobre medio ambiente y salud. Madrid: Ministerio de Sanidad y Consumo; 1990.
12. Programa de acción comunitaria sobre vigilancia de la salud en el marco de la acción en el ámbito de la salud pública (1997-2001). DO. número L193, de 22 de julio de 1997.
13. Directiva 1999/30/CE, de 22 de abril de 1999, relativa a los valores límite de dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno y óxidos de nitrógeno, partículas y plomo en el aire ambiente. DO. número L163, de 29 de junio de 1999.
14. Ministerio de Obras Públicas Transporte y Medio Ambiente. Estaciones y redes de vigilancia de la contaminación atmosférica en España. Descripción técnica y gráfica. Madrid: MOPTMA; 1993.
15. Varó P, Gutiérrez A, Campos F, Espí M. Niveles de inmisión de dióxido de azufre, humos negros y partículas sedimentables en la ciudad de Alcoy (1989-95). Técnicas de Laboratorio 1995; 207:762-769.
16. Plan General de Ordenación Urbana de Alcoy. Boletín Oficial Provincia de Alicante núm. 212, de 14 de septiembre de 1989.
17. Ministerio de Sanidad y Consumo. Red de vigilancia y prevención de la contaminación atmosférica. Madrid: Ministerio de Sanidad y Consumo; 1988.

18. Meliá, J.; Segura, D. Diseño de una red automática de control y vigilancia de la contaminación atmosférica en la provincia de Alicante. Valencia: Consellería de Medio Ambiente y Universidad de Valencia; 1991.
19. Ministerio de Sanidad y Consumo. Contaminación atmosférica. Métodos analíticos. Volumen I. Madrid: Ministerio de Sanidad y Consumo; 1988.
20. Orden Ministerial de 22 de marzo de 1990, por la que se modifica la Orden de 10 de agosto de 1976, respecto al método de referencia para humo normalizado. BOE núm. 79, de 29 de marzo de 1990.
21. Real Decreto 1321/1992, de 30 de octubre, por el que se modifica parcialmente el RD 1613/1992, de 1 de agosto, y se establecen nuevas normas de calidad del aire en lo referente a contaminación por dióxido de azufre y partículas. BOE núm. 289, de 2 de diciembre de 1992.
22. DocKery, D.; Pope, C. Acute respiratory effects of particulate air pollution. Annu Rev Public Health 1994; 15:107-32.
23. Ministerio de Obras Públicas Transporte y Medio Ambiente. Calidad del aire en España 1991. Madrid: MOPTMA; 1995.
24. Carratalá, A.; Mantilla, M.; Dieguez, J.J., y Millán, M. La calidad del aire en la Comunidad Valenciana. Informe anual 1996, CEAM 97/10. Valencia: Centro de Estudios Ambientales del Mediterráneo; 1997.
25. Querol, X.; Alastuey, A.; López-Soler, A.; Plana, F.; Puicercus, J. A.; Ruiz, C. R.; Mantilla, E., y Juan R. Seasonal evolution of atmospheric suspended particles around a coal-fired power station: Chemical Characterization. Amospheric Environment, 1998; 32, 4, 719-731.
26. Sunyer, J.; Castellsagué, J.; Tobías, A.; Antó, J. M. Air pollution and mortality in Barcelona. L Epidemiol Community Health 1996; 50(Sup I):76-80.
27. Guillén, J.; Guillen, F.; Medrano, J.; García-Marcos, L.; Alguinaga, I.; Ñiguez, J. Afluencia inusual por asma y enfermedad pulmonar crónica en urgencias hospitalarias y contaminación por SO_2 en Cartagena. Rev Esp Salud Pública 1995; 69:305-14.

EMPLEO DE ISÓTOPOS RADIACTIVOS EN ESTUDIOS BIOCINÉTICOS CON ANIMALES DE EXPERIMENTACIÓN

USE OF RADIOISOTOPES IN BIOKINETIC MODELS WITH EXPERIMENTAL ANIMALS

M. Á. Morcillo Alonso[1], F. R. Martín Martín[2] y T. Navarro Bravo[1]

[1] Dosimetría de Radiaciones, Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT)
[2] Departamento de Ciencias Biomédicas I. Facultad de Ciencias Experimentales y Técnicas, Universidad San Pablo-CEU

RESUMEN

En el presente trabajo se pretende realizar una revisión de las diferentes técnicas radioisotópicas que se utilizan con animales de experimentación a la hora de desarrollar modelos biocinéticos tanto de sustancias como de elementos químicos presentes en el medio ambiente. Dicha experimentación permite relacionar la exposición externa a un xenobiótico con la medida interna de la dosis en el organismo y, consecuentemente, sus posibles efectos tóxicos, todo ello con vistas a evaluar los efectos adversos que pudieran existir sobre la salud humana. Se hace hincapié en la macroautorradiografía de animal completo, técnica que permite la detección, localización y cuantificación del radionucleido de interés en diferentes órganos/tejidos del organismo y, por tanto, contribuye a la estimación de la dosis interna y al conocimiento del comportamiento biocinético del compuesto/elemento objeto de estudio. Se presentan algunos ejemplos de la utilidad de esta técnica en estudios biocinéticos con animales de experimentación de interés en diferentes áreas relacionadas con la Salud y el Medio Ambiente. Se destaca la utilidad que presenta esta experimentación a la hora de extrapolar el comportamiento metabólico de contaminantes de máxima radiotoxicidad en personas expuestas a la radiación ionizante, con el objeto de optimizar las evaluaciones dosimétricas y los protocolos de vigilancia que ayudan a conocer con más exactitud los daños de la exposición interna sobre la salud humana.

PALABRAS CLAVE: Modelos biocinéticos, radioisótopos, macroautorradiografía de cuerpo entero, animales de experimentación.

SUMMARY

Biokinetic models are useful tools to relate external exposures to internal measures of dose. The knowledge of internal dose and factors that influence absorption, distribution, metabolism, and elimination in experimental animals provide a scientific rationale for estimating low-dose human risk. A bioanalytical procedure to support biokinetic studies is the use of radiolabeled compounds, so that mass balance, autoradiography, and preliminary metabolism studies may be conducted. Whole-body autoradiography may help to identify specific xenobiotic localisation or retention sites revealing the site of toxicity or provide an insight toward the mechanism of action for xenobiotics. Some examples on the usefulness of this technique in the field of Environment and Health are illustrated. It is noted the application of these experimental studies using animals in the conception of certain biological and medical studies regarding internal contamination of fissionable elements.

KEYWORDS: Biokinetic models, radioisotopes, whole-body autoradiography, animals

INTRODUCCIÓN

La evaluación de la relación dosis-respuesta es un paso clave en el proceso de evaluación del riesgo para la salud humana asociado con la exposición a sustancias químicas presentes en el medio ambiente (xenobióticos). Las aproximaciones que se emplean para establecer esta relación provienen de: estudios epidemiológicos, estudios toxicológicos en animales y evaluación de la relación estructura-actividad [1].

Correspondencia: Dr. Miguel Ángel Morcillo Alonso.Dosimetría de Radiaciones (Departamento de Impacto Ambiental de la Energía) CIEMAT. Avenida Complutense, 22. 28040. Madrid. Télefono: 91 346 62 29. Telefax: 91 346 60 05. Correo electrónico: **mangel.morcillo@ciemat.es.**

Generalmente es esencial adoptar un enfoque toxicológico que incluya la experimentación animal. Éste presenta varias ventajas obvias, pero posee la incertidumbre de extrapolar los resultados de una especie a otra (es decir, definir la dosis equivalente en humanos), y trazar la curva dosis-respuesta en la región de dosis bajas (es decir, por debajo del rango que comúnmente se usa al obtener los datos experimentales). El conocimiento de la dosis interna, de la relación entre los efectos adversos y la dosimetría en el órgano/tejido diana, así como de los factores que influyen en la absorción, distribución, metabolismo y excreción de la sustancia química en el organismo (es decir, la biocinética de la sustancia) es necesario para disminuir el grado de incertidumbre cuando se estiman los riesgos para la salud a las dosis que habitualmente se encuentran presentes en el medio ambiente.

El presente trabajo pretende llamar la atención sobre la utilidad que tienen los estudios biocinéticos con animales de experimentación a la hora de relacionar la exposición externa a un contaminante químico presente en el medio ambiente con la medida interna de la dosis en el organismo, todo ello con vistas a evaluar los efectos adversos que pudieran existir sobre la salud humana. En el desarrollo de los estudios biocinéticos nos vamos a centrar en las técnicas que emplean radioisótopos como método analítico de la fase experimental.

MODELOS BIOCINÉTICOS

Un modelo biocinético es una descripción matemática en el transcurso del tiempo de los procesos de absorción, distribución, metabolismo y excreción (ADME) de un xenobiótico en el organismo. La biotransformación o metabolismo (cualquier alteración en la estructura química de la sustancia dentro del organismo) y la excreción (conjunto de procesos por los que la sustancia es expulsada al exterior del organismo) constituyen la eliminación. Por otra parte, la distribución (proceso de intercambio reversible de la sustancia entre la sangre y las distintas estructuras extravasales del organismo) y la eliminación componen, en su conjunto, la disposición de la sustancia. Normalmente se utiliza el término modelo farmacocinético o toxicocinético cuando el xenobiótico en cuestión es un fármaco o una sustancia química tóxica, respectivamente; el término general modelo biocinético se suele emplear en el caso de elementos químicos tóxicos, como ocurre con metales pesados (Pb, Hg, etc.) y radionucleidos (productos de fisión/activación, transuránidos, etc.).

Un estudio biocinético nos debe proporcionar la siguiente información acerca del compuesto o elemento químico objeto del estudio [2]:

Velocidad y grado de absorción.

Como se distribuye el xenobiótico original y/o sus metabolitos en el organismo.

Lugar y velocidad de biotransformación e identificación de los metabolitos.

Vía de eliminación del xenobiótico original y/o sus metabolitos.

Efecto de la dosis y la forma química del xenobiótico en la absorción, distribución, metabolismo y excreción.

Los métodos empleados en el desarrollo de los modelos biocinéticos se pueden dividir en dos grupos:

Aquellos usados durante la fase experimental, los cuales incluyen la determinación de concentraciones de un determinado compuesto y/o sus metabolitos a distintos tiempos y en diferentes medios biológicos tales como sangre, plasma, orina y tejidos.

Y aquellos que corresponden al análisis y estudio de los hallazgos experimentales. Con el fin de lograr una adecuada descripción de la evolución temporal de los niveles de una sustancia en el organismo, se recurre a modelos en los que se expresan matemáticamente las velocidades de los procesos de absorción, distribución y eliminación, que finalmente llevan a ecuaciones que permiten describir y predecir las cantidades o concentraciones de la sustancia en el organismo en función del tiempo. La comparación de las predicciones del modelo con los datos que pueden obtenerse experimentalmente, permite contrastar las hipótesis de partida utilizadas en la elaboración del mismo, así como nuevas hipótesis. Se han desarrollado dos tipos principales de modelos biocinéticos: modelos compartimentales y modelos fisiológicos (o con base fisiológica) [3-5].

TÉCNICAS RADIOISOTÓPICAS

El método analítico empleado durante la fase experimental debe permitir llevar a cabo un seguimiento metabólico de la molécula que queremos analizar, determinar su situación y cuantificarla mediante diferentes técnicas de detección. Un método idóneo es el uso de radioisótopos, ya que el comportamiento bioquímico va a ser idéntico entre la molécula en estudio y su equivalente marcado, en el cual se han sustituido uno o varios de los átomos estables por sus correspondientes radioisótopos. De esta forma, la molécula marcada es fácilmente detectable por diferentes técnicas (autorradiografía, contaje por centelleo, etc.) en función del tipo de radiación que producen el o los radioisótopos que la componen [6].

En la Tabla 1 se muestran los radioisótopos más utilizados en los estudios biocinéticos con animales de experimentación. Además de los reflejados en esta tabla, otras muchas veces es el mismo radioisótopo el elemento químico objeto del estudio; por ejemplo, el estudio del comportamiento en el organismo de radionucleidos con interés radiotoxicológico en el área de la dosimetría de radiaciones (^{238}U, ^{239}Pu, ^{241}Am, etc.) o el estudio de la toxicidad química de metales pesados en el área de la toxicología ambiental (^{203}Hg, ^{210}Pb, ^{109}Cd, etc.).

Tabla 1. Radioisótopos más utilizados en estudios biocinéticos con animales de experimentación.

Radionuclido	$T_{1/2}$	Emisión máxima
^{14}C	5730 años	156 keV (ß$^-$)
^{3}H	12,4 años	18,6 keV (ß$^-$)
^{125}I	59,6 días	35 keV (γ y X)
^{35}S	87,4 días	167 keV (ß$^-$)

Los métodos empleados para la medida de la radiactividad aprovechan los efectos producidos por la radiación al interaccionar con la materia. El sistema de detección a emplear dependerá del tipo de radiación producida por el radioisótopo de interés; así, si queremos cuantificar la radiactividad total en muestras biológicas (sangre, orina, tejidos, etc.) que contienen un radioisótopo emisor beta o gamma recurriremos a un contador de centelleo líquido o sólido, respectivamente; si nuestro interés se centra en la cuantificación de un emisor alfa emplearemos el centelleo líquido o la espectrometría alfa. Aunque a continuación vamos a comentar brevemente cuales son los principios del contaje por centelleo, haremos hincapié en otro sistema de detección de radiactividad de mucha utilidad en estudios biocinéticos con animales de experimentación cuando se emplean radioisótopos, la macroautorradiografía de animal completo (MARG). La autorradiografía (localización y registro de un radionucleido dentro de un espécimen sólido) en cortes de animal completo, permite la detección y cuantificación del radionucleido de interés en diferentes órganos/tejidos del organismo y, por tanto, contribuye a la estimación de la dosis interna y al conocimiento del modelo biocinético del compuesto/elemento objeto de estudio.

CONTAJE POR CENTELLEO

Los contadores de centelleo se basan en la conversión de la radiación emitida por el radionucleido en impulsos luminosos (fotones) que inciden sobre el fotocátodo del detector, produciendo una avalancha de electrones. Los e^- desprendidos inician una descarga eléctrica, que es amplificada en un tubo fotomultiplicador y detectada como un impulso eléctrico por el contador. El fotomultiplicador convierte el destello de luz en un pico de voltaje (pulso o cuenta), de muy corta duración. El número de cuentas producidas en un tiempo conocido de medida de la radiactividad de la muestra biológica se expresa normalmente en cuentas por minuto (cpm).

La conversión de la radiación emitida por el radionucleido en impulso luminoso se realiza gracias a la existencia de sustancias fluorescentes que son capaces de captar la radiación pasando sus e^- a un estado excitado. Posteriormente, los e^- vuelven a su estado basal, emitiendo la energía recibida en forma de fotones. Las sustancias fluorescentes utilizadas pueden ser líquidas (centelleo líquido) o sólidas (centelleo sólido). El uso de uno u otro tipo de contador depende del tipo de radionucleidos que se necesite medir, utilizando contadores de centelleo sólido y líquido para emisores gamma y beta, respectivamente [7].

En condiciones óptimas, los contadores de centelleo líquido detectan la radiactividad emitida por emisores beta con una eficiencia entre el 60% (^{3}H) y el 95% (^{14}C). Cuando se analiza la radiactividad total presente en las muestras biológicas, éstas deben ser tratadas previamente al análisis con el fin de disminuir las interferencias que se producen en el proceso de transferencia de energía (por autoabsorción y extinción); el proceso implica solubilizar, digerir y decolorar las muestras antes de su análisis [8]. En el caso de la medida de la radiactividad emitida por emisores gamma, las muestras no deben ser procesadas, ya que la radiación producida es capaz de salir de la muestra y alcanzar directamente el detector.

MACROAUTORRADIOGRAFÍA DE ANIMAL COMPLETO

La MARG fue utilizada por primera vez por Ullberg en el año 1954 [9] para el estudio de la distribución y metabolismo de [^{35}S]-benzilpenicilina en ratones. Esta técnica permite visualizar la distribución bidimensional de un compuesto/elemento químico marcado con un radioisótopo incluso en pequeñas estructuras anatómicas o en regiones localizadas de un órgano [10].

Tras la administración del xenobiótico marcado, se procede al sacrificio del animal de experimentación y una vez fijado (mediante técnicas habituales en histología, en el caso de sustancias no difusibles, o mediante congelación, en el caso de sustancias altamente difusibles), se procede a la obtención de cortes suficientemente finos del animal completo (de 50 a 100 µm de espersor). A continuación se procesan las secciones de forma que puedan ser fácilmente manipuladas a temperatura ambiente (deshidratación mediante alcoholes de graduación creciente, o liofilización).

La actividad que se suele emplear en la MARG varía entre los 3-4 kBq/kg de peso corporal para moléculas marcadas con ^{125}I o ^{14}C y los 20-30 kBq/kg de peso corporal para compuestos marcados con ^{3}H, datos extraídos de estudios con ratas .

DETECCIÓN DE EMISORES BETA Y GAMMA

La visualización de la distribución de la radiactividad emitida por emisores beta o gamma en las secciones de animal completo, se realiza mediante la aposición de dichas secciones a películas que contienen emulsiones fotográficas formadas por cristales de haluro de plata suspendidos en una fase compuesta mayoritariamente de gelatina. Esta exposición ha de realizarse a bajas temperaturas (-20ºC a -80ºC) para evitar en lo posible el ennegrecimiento espontáneo de las películas ("fogging"). Cuando las partículas beta o los rayos gamma pasan a través de la emulsión, los iones plata se convierten en átomos de plata. Esta imagen latente se transforma en una imagen visible durante el proceso de revelado, sistema de amplificación en el cual los átomos de plata se reducen a plata metálica. Los cristales que no han estado expuestos se extraen por disolución en un fijador, resultando en una imagen autorradiográfica la cual representa la distribución de la radiactividad en la muestra original[7]. Los tiempos de exposición para las actividades empleadas normalmente (ver párrafo anterior) varían entre 3 semanas para el ^{14}C, 6 semanas para compuestos marcados con ^{125}I y 10 semanas para compuestos con ^{3}H.

En la Figura 1 se aprecia una imagen autorradiográfica obtenida tras exponer una sección sagital de una rata, después de la administración [^{14}C]-Espiramicina, con una película radiográfica Hyperfilm ß-Max (Amersham). El trabajo fue realizado para estudiar ciertos aspectos poco conocidos de la farmacocinética de este antibiótico macrólido que era empleado para el tratamiento y control de varias infecciones bacterianas y micoplásmicas en animales y utilizado como aditivo en el pienso de animales destinados a la producción de alimentos[11]. Como se observa en la figura, la radiactividad se distribuyó por prácticamente todo el organismo, excepto por el cerebro y la

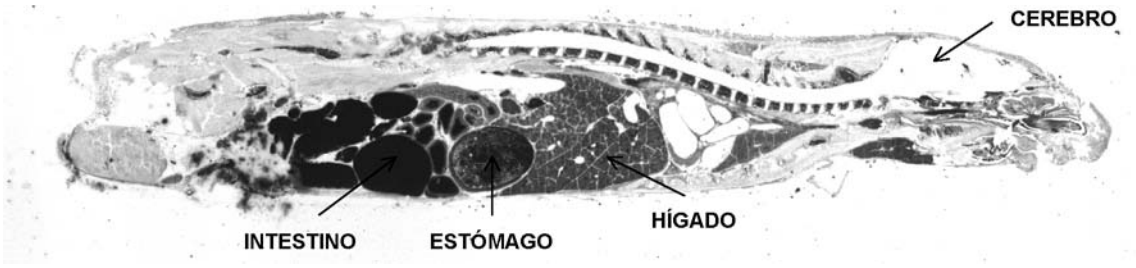


Figura 1. Imagen autorradiográfica de una sección sagital a nivel medio obtenida de una rata 2 horas después de la administración intravenosa de 4 kBq/kg de peso corporal de [^{14}C]-Espiramicina.

médula espinal (por tanto, no hay paso a través de la barrera hematoencefálica). Los mayores niveles de radiactividad se encontraron en el estómago e intestino, lo que sugiere que un elevado porcentaje del fármaco y/o sus metabolitos se excretan por vía fecal.

La presencia de radiactividad en un órgano o tejido puede ser debida al depósito del xenobiótico original y/o de sus metabolitos. Para discernir que porcentaje de la radiactividad presente en un órgano/tejido corresponde a una u otra molécula se tiene que recurrir a técnicas que permitan separar el xenobiótico original de sus posibles metabolitos e identificar que molécula/s llevan asociadas el radioisótopo. Una de las técnicas analíticas que más se utilizan a la hora de separar estas moléculas es la cromatografía líquida de alta resolución (HPLC); una vez separadas el xenobiótico original de sus metabolitos, a la salida de la columna empleada se conecta "on-line" un monitor de radiactividad que detecta si algún pico cromatográfico (correspondiente a una molécula determinada) lleva asociado radiactividad. En la Figura 2 se muestra el registro cromatográfico obtenido tras inyectar en el HPLC una alícuota de una muestra de bilis de rata recogida durante 1 hora después de la administración intravenosa de [^{14}C]-Pipotiazina, un neuroléptico empleado en el tratamiento de la esquizofrenia[12]. Como se observa en la figura, el método permite detectar, además del xenobiótico original, aquellos metabolitos que llevan el radioisótopo en su estructura molecular.

Como comentamos anteriormente, la MARG permite localizar un determinado compuesto/elemento químico marcado con un radioisótopo en pequeñas estructuras anatómicas o en regiones localizadas de un órgano. Este fué el caso de un trabajo realizado con el objeto de estudiar la toxicocinética del mercurio en ratas expuestas durante 2 meses a distintas concentraciones de $^{203}HgCl_2$ en el agua de bebida (3,7 kBq/ml, el ^{203}Hg es un emisor gamma). Inicialmente, el estudio nos permitió estimar la fracción absorbida a través del tracto gastrointestinal, la cantidad retenida en el animal (dosis interna), la fracción de Hg excretada por vía urinaria y fecal y evaluar el efecto de la dosis en la absorción, distribución y eliminación del Hg del organismo[13]. Posteriormente, mediante MARG, visualizamos el lugar preciso del depósito renal del Hg, siendo éste la parte más externa de la zona medular del riñón que se corresponde con la parte recta del túbulo proximal (ver Figura 3), responsable en último término de la nefrotoxicidad producida por la exposición al mercurio inorgánico. Éste es un claro ejemplo en el que podemos relacionar la exposición externa a un tóxico presente en el medio ambiente con la dosis interna en el organismo y

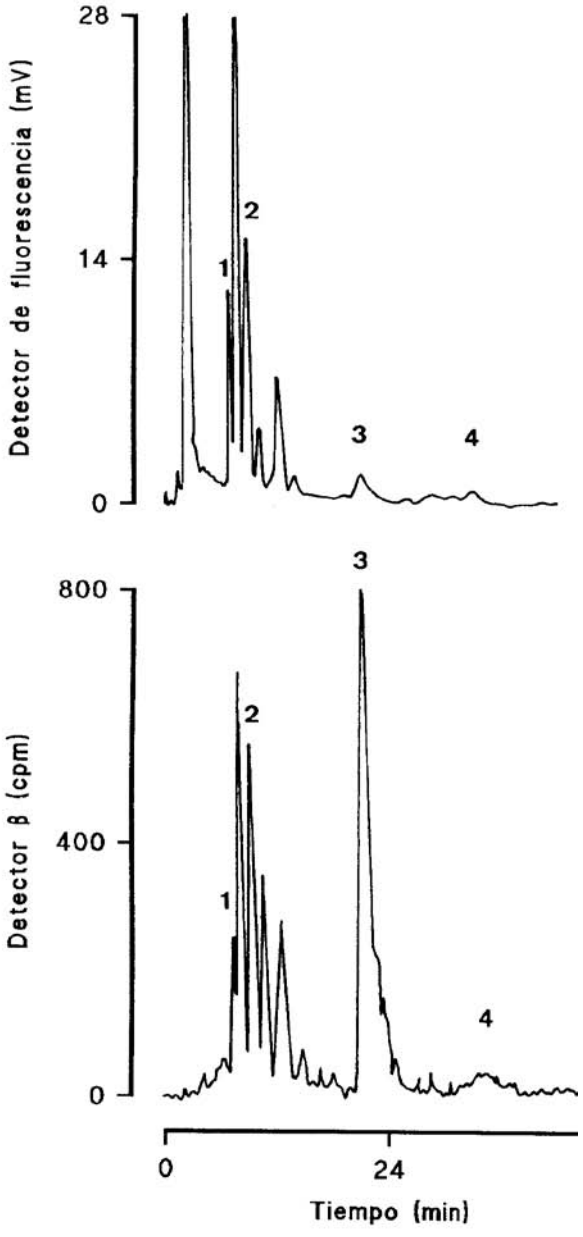


Figura 2. Cromatogramas obtenidos tras el análisis mediante HPLC de un extracto básico de bilis, 1 hora después de la administración intravenosa de 6 kBq/kg de peso corporal de [^{14}C]-Pipotiazina. Tanto la pipotiazina (1) como sus metabolitos 7-hidroxi-pipotiazina (2), sulfóxido de pipotiazina (3) y N-óxido de pipotiazina (4) fueron detectados a la salida de la columna mediante un detector fluorimétrico (λ_{ex}=270 nm y λ_{em}=470 nm). La radiactividad asociada a cada pico fue detectada mediante un detector Berthold LB-503 acoplado "on-line".

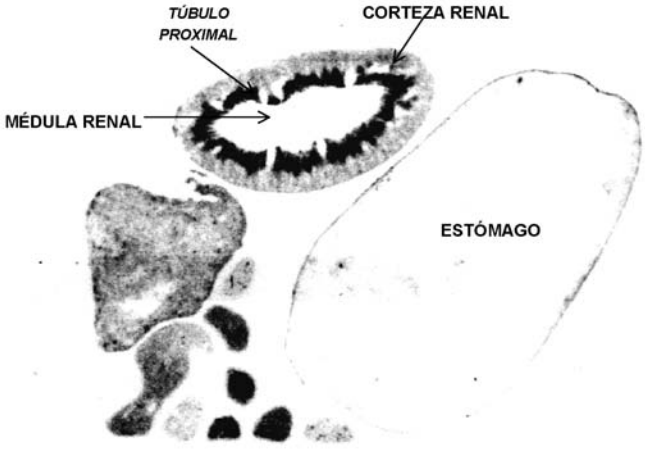


Figura 3. Imagen autorradiográfica de una sección sagital lateral obtenida de una rata expuesta a 100 ppm de mercurio (en forma de $^{203}HgCl_2$) en el agua de bebida durante 8 semanas (3,7 kBq/ml). Se muestra un detalle de la zona del estómago y del riñón con el objeto de visualizar el lugar donde se deposita preferentemente el Hg en el riñón (en la parte recta del túbulo proximal).

en el órgano/tejido diana y, además, con su efecto tóxico. Además, en la fase final del estudio aislamos la proteína que une la mayor parte del ^{203}Hg depositado en el riñón, la metalotioneína, y observamos que cuando se satura la capacidad de esta proteína de unir Hg, el riñón tiene limitada la capacidad de acumular el metal y los síntomas nefrotóxicos hacen su aparición [14].

Aunque generalmente la distribución cuantitativa de la radiactividad presente en cada órgano/tejido se realiza mediante contaje por centelleo líquido o sólido, dependiendo del tipo de emisor, también se puede estimar mediante MARG. El ánalisis cuantitativo de la imagen obtenida se realiza tras exponer una serie de patrones radiactivos junto con las muestras objeto del estudio con el fin de relacionar los diferentes niveles de ennegrecimiento (niveles de gris) producidos (tras digitalizar la imagen) con la cantidad de radiactividad existente en las muestras mediante un análisis densitométrico; el espesor de las muestras y las características del material radiosensible de la emulsión radiográfica hacen que el método sea semicuantitativo, ya que la respuesta es lineal en un rango muy estrecho.

En estos últimos años se ha desarrollado una nueva técnica, denominada macroautorradioluminografía de animal completo[15-18], que en vez de usar películas radiográficas utiliza una pantalla de fósforo compuesta de cristales de fluorobromuro de bario activado con europio ($BaFBr:Eu^{2+}$). Estos cristales son capaces de almacenar la energía liberada en la emisión de partículas beta o rayos gamma; la energía almacenada se convierte en luminiscencia después de ser estimulada la pantalla con un haz fino de láser. Ésta luminiscencia se detecta en un tubo fotomultiplicador y se convierte en una señal eléctrica generando una imagen cuantitativa que representa la distribución de la radiactividad en la secciones en estudio del xenobiótico marcado. Esté método crea de forma automática imágenes digitalizadas, es capaz de cuantificar en un rango más amplio y también obtener resultados cuantitativos en un tiempo mucho más corto que el empleado con las películas radiográficas[19].

DETECCIÓN DE EMISORES ALFA

En el caso de radionucleidos emisores alfa, la determinación de los valores de actividad en tejidos y excretas mediante técnicas radiométricas implica, generalmente, un proceso de mineralización del material biológico, extracción del radionucleido mediante cromatografía y, finalmente, preparación de la muestra para su posterior análisis mediante espectrometría alfa o de centelleo líquido. Este proceso es laborioso y requiere una considerable cantidad de tiempo para la medida de cada muestra. Alternativamente, la actividad en diferentes órganos/tejidos puede estimarse mediante MARG, no obstante, la detección y cuantificación de emisores alfa en secciones de animal completo mediante la utilización de películas radiográficas y pantallas de fósforo es ineficaz. Ésta se puede llevar a cabo mediante DTS (Detección por Trazas en Sólidos), sistema que se ha utilizado para estudiar la microdistribución de radionucleidos a en tejidos humanos[20].

Los detectores sólidos de trazas nucleares son detectores pasivos a la radiación ionizante (por ejemplo CR-39, polímero de alil diglicol carbonato). Como tales, una partícula energética que incida sobre ellos les produce un daño permanente que puede ser visualizado y analizado mediante procesos adecuados en cualquier momento posterior a su registro. El método DTS se puede resumir en tres pasos[21]:

Exposición a la radiación ionizante. Consiste en colocar el detector plástico en contacto íntimo con el corte sagital de animal completo; las partículas alfa que pasan a su través rompen el polímero a lo largo de su trayectoria.

Revelado químico de la traza. Después de la exposición del detector plástico a la radiación ionizante, éste se somete a un ataque químico de desgaste superficial, produciéndose un ataque preferencial en las zonas donde incidió la partícula alfa a lo largo de su trayectoria incidente, formándose un "cono" que se le suele llamar traza grabada. En este proceso de revelado los parámetros básicos son: las características propias del material del detector plástico, el tipo de solución química de grabado y su concentración (generalmente una disolución de NaOH o KOH 6-7N), la temperatura de revelado (60-80 ºC) y el tiempo de permanencia en la solución (unas horas).

Caracterización y lectura de la traza. Finalmente, después del revelado químico, se obtiene una traza microscópica de entre 10 y 100 µm, que deberá ser detectada y caracterizada. El procedimiento de contaje más directo es usar un microscopio óptico. De esta forma, el número de trazas grabadas por unidad de área nos dará una idea del número de partículas incidentes, y el tamaño de la traza, medido en la superficie del material, indicará la energía de la partícula. En condiciones establecidas de revelado químico se puede obtener una eficiencia de detección superior al 90%. Para la lectura de las trazas, se pueden utilizar sistemas simples, como la lectura directa o una cámara de TV acoplada a un microscopio óptico y un monitor de vídeo; otros más complejos, basados en densitometría, y otros, actualmente los más avanzados, por medio del análisis digital de imágenes, que permite automatizar las labores de contaje y determinación de superficies y factores de forma [22].

Si conjuntamente con los cortes sagitales de animal completo se exponen patrones de actividad conocida (Figura 4), se puede relacionar la densidad de trazas (expre-

sada en nº trazas/mm^2) con la actividad (expresada en Bq/g tejido) presente en un órgano/tejido, que es el valor que interesa a la hora de desarrollar el modelo biocinético del radionucleido en estudio[23]. Además, esta técnica también permite la visualización del radionucleido en zonas concretas de un órgano o tejido, localización que es de extrema importancia a la hora de evaluar los efectos sobre la salud tras la exposición a la radiación ionizante.

Esta metodología seguida en animales de experimentación, autorradiografía DTS, nos proporciona información referente al comportamiento metabólico de contaminantes de máxima radiotoxicidad en el organismo (U, Pu, Am, etc.), información de gran interés a la hora de optimizar evaluaciones dosimétricas y protocolos de vigilancia que ayuden a conocer con más exactitud los daños de la exposición interna a la radiación ionizante sobre la salud en sujetos bien sean trabajadores expuestos a la radiación ionizante (mediante inhalación o ingestión de material radiactivo) o miembros del público. La estimación de la dosis se basa en cálculos de la actividad en tejidos y excretas tras la incorporación del radionucleido en cuestión, cálculos que están basados en un conjunto de modelos biocinéticos, recomendados por la ICRP (Comisión Internacional de Protección Radiológica), que describen el comportamiento de los radionucleidos en el organismo y proporcionan las ecuaciones para calcular las tasas de transferencia dentro y fuera del organismo.

Figura 4. Esquema de la técnica autorradiografía DTS (Detección por Trazas en Sólidos) utilizada para detectar y localizar emisores alfa en secciones de animal completo.

BIBLIOGRAFÍA

1. PNUMA/IPCS/CEPIS. Tutorial en Evaluación de Riesgos. 1999, Disponible en: www.cepis.ops-oms.org/tutorial/
2. Buchanan, R. J.; Burka, L. T.; Melnick, R. L. Purpose and guidelines for toxicokinetics studies within the National Toxicology Program. Environ Health Perspect 1997;105(5):468-471.
3. Wen, Y. H.; Kalff, J.; Peters, R. H. Pharmacokinetic modeling in toxicology: a critical perspective. Environ Rev 1999;7:1-18.
4. Bernillon, P.; Bois, F. Y. Statistical Issues in toxicokinetic modeling: a bayesian perspective. Environ Health Perspect 2000;108(suppl 5):883-893.
5. Institute for Environment and Health (UK). Physiologically-based pharmacokinetic modelling: A potential tool for use in risk assessment. 1999, Disponible en: www.le.ac.uk/ieh/pdf/cr4.pdf.
6. Usera, F. Técnicas sustitutivas a la utilización de radioisótopos marcadores en investigación biológica. Radioprotección 1995;9:7-15.
7. L'Annunziata M. F. Radionuclide Tracers: Their detection and measurement. 1 ed. London (UK): Academic Press; 1987.
8. Kessler, M. J (ed.). Liquid Scintillation Analysis. Meriden (CT): Packard Instrument Co.; 1989.
9. Ullberg, S. Studies on the distribution and fate of ^{35}S-labelled benzylpenicilin in the body. Acta Radiol 1954;188(Suppl.):1-110.
10. Shimada, M.; Watanabe, M. Recent progress in whole-body radioautography. Cell Mol Biol 1995;41(1):39-48.
11. Morcillo, M. A.; Romay, M.; Santamaría, J. Pharmacokinetics, metabolism and distribution studies of drugs using radiolabelled compounds in experimental animals: [^{14}C]-spiramycin. Primer Congreso Virtual sobre Farmacia (ICVF); Enero-Diciembre 1998.
12. Romay, M. Farmacocinética y metabolismo de la pipotiazina en ratas. Tesis Doctoral, Facultad de Farmacia de la Universidad de Navarra; 1994.
13. Morcillo, M. A.; Santamaría, J. Whole-body retention, and urinary and fecal excretion of mercury after subchronic oral exposure to mercuric chloride in rats. BioMetals 1995;8:301-308.
14. Morcillo, M. A.; Santamaría, J. Mercury distribution and renal metallothionein induction after subchronic oral exposure in rats. BioMetals 1996;9:213-220.
15. Motoji, N.; Hayama, E.; Shigematsu, A. Studies on the quantitative autoradiography. I. Radioluminography for quantitative autoradiography of ^{14}C. Biol Pharm Bull 1995;18(1):89-93.
16. Motoji, N.; Hamai, Y.; Niikura, Y.; Shigematsu, A. Studies on the quantitative autoradiography. I. Quantative comparison of a novel tissue-mold measurement technique "paste-mold method" to the semiquantitative whole body autoradiography (WBA), using the same animals. Biol Pharm Bull 1995;18(1):100-107.
17. Motoji, N.; Hayama, E.; Shigematsu, A. Radioluminography for quantitaive autoradiography of ^{14}C. Eur J Drug Metab Pharmacokinet 1995;20(2):89-105.
18. Potchoiba, M. J.; Tensfeldt, T. G.; Nocerini, M. R.; Silber, B. M. A novel quantitative method for determining the biodistribution of radiolabeled xenobiotics using whole-body cryosectioning and autoradioluminography. J Pharm Exp Therapeutics 1995;272(2):953-962.
19. Coe, R. A. J. Quantitative whole-body autoradiography. Regul Toxicol Pharmacol 2000;31(2):S1-S3.
20. Fews, P. A.; Hensaw, D. L. Alpha-particle autoradiography in CR-39: a technique for quantitative assessment of alpha-emitters in biological tissue". Phys Med Biol 1983;28(5):459-474.
21. Espinosa, G. Trazas nucleares en sólidos. 1 ed. México D.F. (México): Editorial Cromocolor S.A.;1994.
22. Morcillo MA, Carlos R, Santamaría J. Autorradiografía de emisores alfa mediante detección por trazas en sólidos (DTS): Una técnica para su cuantificación en muestras biológicas. Comunicaciones al VI Congreso de la Sociedad Española de Protección Radiológica; 1996 Septiembre 24-27; Córdoba. Radioprotección (Nº Extraordinario); 1996.
23. Morcillo MA, Santamaría J. Modelos biocinéticos de emisores alfa. Aplicación de la autorradiografía DTS. Comunicaciones al VII Congreso de la Sociedad Española de Protección Radiológica; 2000 Septiembre 27-29; Gran Canaria. Radioprotección (Nº Extraordinario); 2000.

BROTE DE LEGIONELOSIS EN MURCIA EN JULIO DE 2001. LA ÓPTICA DE SANIDAD AMBIENTAL

OUTBREAK OF LEGIONELLA'DISEASE IN MURCIA, AT JULY 2001. THE ENVIROMENTAL HEALTH POINT OF VIEW

C. Gutiérrez Molina, R. López Casares, M. E. Gómez Campoy, F. Cordoba Martínez, F. Sintas Lozano, J. Sanz Navarro y Grupo de Trabajo*.

Sección de Sanidad Ambiental. Dirección General de Salud Pública. Consejeria de Sanidad y Cosumo. Murcia

Una versión preliminar de este trabajo fue presentada al VI Congreso de la Sociedad Española de Sanidad Ambiental. Madrid 14-16 de noviembre de 2001, habiéndosele otorgado el primer premio

RESUMEN

Se exponen las medidas de intervención adoptadas para el estudio y control del brote. Se encontraron 126 instalaciones con riesgo (45 de ellas de alto): 70 torres de refrigeración y similares, 35 fuentes ornamentales, 1 obra con movimiento de tierra y 20 sistemas con circuito cerrado aire-agua, que se distribuyeron por categorías de riesgo.

De forma inmediata se clausuraron: las fuentes ornamentales, el baldeo de calles y riegos por aspersión de parques y la obra.

Se realizaron un total de 486 inspecciones y 1040 toma de muestras, ordenando la limpieza y desinfección de torres de refrigeración y similares y su clausura en caso necesario. Posteriormente, se cambio de relleno en torres de refrigeración positivas a *Lp*.

Del total de instalaciones investigadas (339), en 57 (16'9%) se encontró un cultivo positivo a *Lp. D*istribución por tipo de instalación con cultivo positivo a *Lp*: en torres de refrigeración 23 (6'8%), en fuentes ornamentales 3 (7,32%) y en agua sanitaria 31 (9'1%).

Distribución por serogrupos: LpS1 (62'3%), serogrupos 2-14 (36'68%).

LpS1Olda Olda (21'74%) fue la mas abundante seguida de LpS1 Pontiac Filadelfia Lugano (18'84%) frente a LpS1 Pontiac Filadelfia Glasgow (en 1 ocasión, 1'45%), esta ultima fue la aislada en las 18 muestras de enfermos.

En 355 ocasiones se dispone de cultivo y PCR, encontrándose una sensibilidad de 30,8% (Intervalo de confianza al 95%, de 25,1) y una especificidad del 99,4±0,8. Hay que considerar la eventual influencia en los resultados aportada por la posible aparición de dos falsos negativos en el cultivo.

ABSTRACT

The measures of intervention adopted for the study and control of the outbreak are exposed. 126 systems with risk were found (45 of them high risk): 70 water cooling towers or similar, 35 decorative fountains, 1 building site with earth movement and 20 air-water closed systems, distributed by risk criteria.

Immediately were stopped: decorative fountains, washing down of streets, spray irrigation in parks and the building site.

486 inspections and 1040 sample taking were executed, the cleaning and disinfection of water cooling towers and similar systems were ordered and closing if necessary .

Afterwards, fills were replaced in water cooling tower which tested *Lp* positive.

After the investigation of 339 systems, 57 (16.9%) tested *Lp* positive culture, 23 (6.8 %) water cooling towers and 31 (9.1 %) drinking water taps.

Distribution by serotypes: LpS1 (62'3%), serotypes 2-14 (36'68%).

LpS1Olda Olda (21'74%) was the most abundant followed by LpS1 Pontiac Philadelphia Lugano (18'84%), in contrast to LpS1 Pontiac Philadelphia Glasgow (1'45%), found only in one case although isolated in the 18 samples of patients.

Culture and PCR were available in 355 cases, resulting in 30,8% sensitivity (confidence interval 95%, 25,1) and specificity 99,4±0,8.

There are a big percentage of samples positives to *Lp Sg1* and between them prevail *Lp Pontiac Philadelphia,* basically *Lugano* kind.

* Grupo de trabajo: O. M. Martínez Pérez [1], M. A. Castaño [2], A. Sánchez Cánovas [2], M. J. Herrera Díaz [1], M. Saquero Martínez [3] , M. E. Rimblas Corredor [1], J. I. Sánchez Gelabert [1] y D. Gómez Castelló [3]

[1] Sección de Sanidad Ambiental. Dirección General de Salud Pública. Consejeria de Sanidad y Cosumo. Murcia.
[2] Laboratorio Regional. Dirección General de Salud Pública.
[3] Inspector Farmacéutico de Salud Pública, Área I.

Correspondencia: Carolina Gutiérrez Molina. Sección de Sanidad Ambiental. Dirección General de Salud Pública. e-mail: carolina.gutiérrez2@carm.es. Tfno: 968368944

Se encuentra un elevado porcentaje de muestras correspondientes a *Legionella pneumophilla* serogrupo 1, dentro de estas prevalecen las tipo Pontiac Philadelphia, y dentro de estas las tipo Lugano.

La primera desinfección no erradicó la contaminación en su totalidad. Abundando en lo anterior, el hallazgo de un número considerable de torres de refrigeración positivas a *Lp* tras limpieza y desinfección, con cultivos previos negativos redunda en la variabilidad de los resultados analíticos y/o en la ineficacia de las primeras limpiezas y desinfecciones realizadas por empresas.

Lo expuesto anteriormente unido a la baja sensibilidad de la PCR deben de ser tenidos en cuenta en futuros incidentes.

PALABRAS CLAVE: Legionella, legionelosis, torre de refrigeración, condensador evaporativo.

The first disinfection doesn´t eradicate all the contamination. The finding of 14 *Lp* positive systems after cleaning and disinfection process, with previous negative cultures, suggests a high analytical results variability and/or an inefficient first cleaning and disinfections of the system.

The previous conclusions and the low sensitivity of the PCR test must be considered in future cases.

KEYS WORDS: Legionella, Legionnaire's disease, water cooling tower, evaporation condensers

INTRODUCCIÓN

El conocimiento que se tiene sobre la legionelosis procede básicamente de la investigación de brotes de ésta enfermedad. En contraste, la óptica ambiental, cuando existen casos aislados, ha sido poco estudiada quizá porque las recomendaciones oficiales así lo indican, aún siendo ésta la forma mas habitual de presentación. La enfermedad tambien puede presentarse en forma de brote con fuente común de exposición como el caso que nos ocupa. La mayoría de los brotes de *Legionella* se han asociado con edificios, pero tambien se han observado brotes ligados a la red de abastecimiento público de agua y a múltiples emisores en áreas geográficas amplias. Tampoco se ha encontrado en la bibliografía revisada estudios ambientales exhaustivos, salvo para el caso de enfermedades nosocomiales.

En la ciudad de Murcia durante los días 7 y 8 de julio de 2001 [1] los Servicios de Urgencias de los Hospitales Morales Meseguer y Virgen de la Arrixaca se vieron colapsados por la afluencia de enfermos con neumonía, lo que motivó la notificación de la situación a la Consejería de Sanidad y Consumo.

De manera inmediata se pusieron en marcha los dispositivos sanitarios creándose varios grupos de trabajo (coordinación asistencial, investigación del brote, que, a su vez, incluía un grupo de expertos y otro de coordinación de actuaciones medioambientales) que planificaron las actuaciones, iniciándose la adopción de medidas.

La trascendencia social del hecho se refleja en los titulares de la prensa local del día siguiente: "Más de cien afectados por una epidemia de Legionella en Murcia", "Epidemia de legionella en el centro de Murcia".[1]

Murcia es una ciudad situada geográficamente en una laguna prelitoral, ubicada en el valle del Río Segura, flanqueado por su costado Sur por la Sierra de Carrascoy y por su costado Oeste por la Sierra de Espuña y con un microclima húmedo y particular con tendencia a la acumulación de emisiones urbanas en ausencia de vientos suficientes que las disperse, de manera que a primera hora de la mañana se produce calima de forma regular e inversiones térmicas de forma genérica, que van rompiéndose en el transcurso del día. Las fuentes emisoras de aerosoles ubicadas en la zona posibilitaban la emisión a la altura de viviendas y calles.

La zona de Murcia donde se dió el brote con mayor intensidad responde a una estructura de centro urbano con edificaciones de baja altura de forma general, aunque tambien existen edificaciones de altura (Barrios de Santa Maria de Gracia, San Antón, San Miguel y Vista Alegre). Es una zona de viviendas y el factor económico preponderante es el de servicios.

La vía de transmisión de legionella desde el ambiente hasta las personas se realiza [2-4,7-16] mediante la inhalación de microorganismos aerosolizados en el aire atmosférico desde las fuentes emisoras ambientales, aunque hay autores que sugieren además la aspiración como vía de transmisión [17-20].

En el caso que nos ocupa, orientado por el aparente inicio explosivo de la enfermedad, hizo pensar que probablemente, la fuente emisora de aerosoles fuera una de las siguientes: torre de refrigeración, condensador evaporativo, fuente ornamental, obras con movimiento de tierra, riego por aspersión, es decir emisión masiva de agentes patógenos a la atmósfera exterior y no al interior de edificios, ya que, no se identificaba un antecedente común en los enfermos. Por otro lado, era conveniente garantizar la no propagación de la Legionella por el agua de abastecimiento público, en el caso de que estuviera allí [19].

A continuación se exponen las actuaciones realizadas desde el punto de vista de Sanidad Ambiental para el control y estudio del brote.

MATERIAL Y MÉTODOS

1. Búsqueda de instalaciones de riesgo:

Al no existir un registro previo, las fuentes utilizadas para la elaboración de un listado de emisores de aerosoles potencialmente responsables del origen de la epidemia (Fuente emisora de aerosoles: sistema abierto o semiabierto que utiliza agua para su funcionamiento y emite o puede emitir aerosoles durante su funcionamiento [torres de refrigeración, condensadores evaporativos, fuentes ornamentales, riego por aspersión, baldeo de calles, obras con movimiento de tie-

rra...] Sistema cerrado: sistemas aire - agua, en los que el agua discurre por un circuito cerrado y la única salida de aerosoles se produce por rotura o existencia de poros) fueron:

- Vista aérea y fotografiado desde helicóptero, con identificación de estructuras que podían corresponder a torres de refrigeración.
- Posteriormente peinado de la zona de "alto riesgo" (ver más adelante) por Inspectores de Salud Pública acompañados de especialistas en climatización, identificando desde la acera las salidas de climatizadores y desde las azoteas estructuras que hubieran pasado desapercibidas en el punto anterior.
- Consejería de Ciencia, Tecnología, Industria y Comercio y Federación de Empresarios del Metal, Titulares de edificios públicos, Administración Central, Autonómica y Local: Edificios con instalaciones potencialmente contaminantes de que tuvieran conocimiento.
- Ayuntamiento de Murcia, censo de fuentes ornamentales y de pozos para riego por aspersión y baldeo de calles.
- Este listado fue completado con los emisores identificados por medio de las consultas que la población realizó mediante llamadas telefónicas.

2. **Elaboración de un mapa de fuentes emisoras de aerosoles. Categorías de riesgo**

Sobre un mapa callejero de la ciudad (escala 1:5.000) se localizaron las fuentes potencialmente emisoras de aerosoles y el domicilio de los enfermos, facilitado por el Servicio de Epidemiología de la Consejería de Sanidad y Consumo (ver Figura 1).

De común acuerdo y mediante esta estrategia, las fuentes emisoras se clasificaron en:

Alto riesgo: Las incluidas en una zona que contenía al 90% de los enfermos detectados hasta el momento, una superficie circular de unos 500 metros de radio.

Medio riesgo: Las existentes entre 500 y 1.200 m, a partir de la zona anterior. Se consideraron de ésta categoría los sistemas cerrados aire-agua que carecían de certificado de estanqueidad.

Bajo riesgo: fuente emisora situada fuera de los 1.200 m y todos los sistemas cerrados aire-agua con certificado de estanqueidad.

3. **Otra información de interés:**

Dado que la temperatura ambiental es un factor determinante para el desarrollo de la bacteria, y las temperaturas elevadas junto a humedad relativa provocan una sensación de sofoco entre la población, una elevación de ambas justificaría la puesta en marcha de alguna instalación (torre de refrigeración y/o similar), fuera de uso posiblemente desde el año anterior. Por otra parte, fenómenos de inversión térmica pueden favorecer la persistencia de los patógenos en las capas bajas de la atmósfera.

La fuente de información sobre estas condiciones es el Instituto Nacional de Meteorología, los datos abarcan desde el 1 de junio hasta el 30 de noviembre del 2001 y están obtenidos en una estación enclavada en la pedanía de Guadalupe (a 5 km de la ciudad de Murcia) y otra en la calle Alfonso X El Sabio en el centro de la la ciudad y cercana a a los barrios afectados.

Por otro lado, también se solicitó a la Compañía de suministro eléctrico las interrupciones del mismo efectuadas en el municipio de Murcia. Se buscaban averías de duración superior a tres horas que pudieran justificar un desarrollo masivo de la Legionella en alguna instalación.

4. **Elaboración de protocolos de inspeccion y guías para la adopción de medidas específicas.**

De manera simultánea con el inicio de las visitas de inspección a las fuentes potencialmente emisoras de aerosoles contaminados con Legionella, y para unificar las medidas de actuación debido a la diversidad del conjunto de técnicos de Salud Pública, se elaboraron protocolos (Estos protocolos pueden ser enviados a los interesados bajo solicitud) y guías de:

Inspección de fuentes emisoras (torres de refrigeración y condensadores evaporativos, sistemas de refrigeración con circuito cerrado aire - agua, fuentes ornamentales y depósitos de abastecimiento de agua de consumo

Toma de muestras.

Limpieza y desinfección de choque. Debe quedar acreditada mediante certificado.

Criterios mínimos para: a) cese de actividad, b) corrección de deficiencias estructurales y c) limpieza, desinfección y mantenimiento.

Guía de actuación para Inspectores.

Guía de actuación para titulares de instalaciones de riesgo.

5. **Medidas de intervención**

➢ **Inmediatas (días 8, 9 y 10 de julio de 2001**)

⁕ Genéricas

- Intervención en medios de comunicación del Consejero de Sanidad y Consumo. Ruedas de prensa.
- Control del sistema de abastecimiento: se giró visita de inspección al conjunto del sistema de suministro de agua potable, identificando puntos terminales, y tomando muestras. Además, se realizó toma de muestras por parte de la empresa gestora de aguas del ayuntamiento de Murcia, para identificación de *Legionella pneumophila* en agua procedente de depósitos de abastecimiento y redes de distribución municipales.
- Revisión análisis de cloro libre diario en red de distribución y mínimos, normales y completos correspondientes al SINAC (Sistema de Información Nacional de Aguas de Consumo)
- Aumento de la concentración de cloro residual libre en el agua de abastecimiento a la ciudad de Murcia, desde los valores reglamentarios (0'2-0'8 mg/l) hasta los establecidos por la Autoridad Sanitaria entre 0'8 -1´5 mg/l.

⁕ Específicas

- Constitución de un Grupo de Trabajo Global (Consejería-Ayuntamiento) y otro Grupo de Trabajo Ambiental que incluía especialistas en climatización).

– Adiestramiento de los Inspectores de Salud Pública, por un especialista en torres de refrigeración.

– Todas las instalaciones, tanto las de alto, medio y bajo riesgo fueron sometidas a un tratamiento de choque basado en la acción oxidante del cloro, siguiendo las Recomendaciones del Ministerio [14] apoyadas por el Grupo de Expertos en *Legionella* designado por el Comité Olímpico Europeo, habida cuenta de que se celebraron en aquellos días las Jornadas Olímpica de la Juventud Europea en la Ciudad de Murcia.

– Fuentes ornamentales del municipio: Inspección, toma de muestras, limpieza, desinfección e instalación de un dosificador de desinfectante y cese de funcionamiento, hasta corrección de deficiencias estructurales (en caso necesario) y/o verificación de cultivos negativos.

– Baldeo de calles: Suspensión (posteriormente se autorizó con agua previamente desinfectada con cloro y que mantuviera una concentración permanente de 2 mg/l).

– Riego por aspersión de parques y jardines: Suspensión, ya que se realizaba con agua procedente del nivel freático (dadas las fechas en que se produjo el brote y sus elevadas temperaturas, se procedió a la posterior autorización realizándose con agua de la red de abastecimiento, una semana después).

– Torres de refrigeración y dispositivos similares identificados, que emiten aerosoles al exterior de los edificios: Inspección, toma de muestras de agua en llave de purga de la torre, en la propia balsa, previa y posterior a la limpieza y desinfección ordenada (primera intervención: ver Tabla 6). En los casos que se cambió el relleno (T.R. positiva y/o relleno en mal estado) toma de muestras de fragmentos de relleno y del relleno (mediante escobillón estéril). Cese de actividad de aquellas instalaciones que no reunían los criterios mínimos, hasta que los cumplieran.

– Biocida de elección: cloro u oxidante halogenado.

➢ **De seguimiento a corto plazo (desde el 10 de julio al 30 de julio de 2001, en que, de manera provisional, se consideró finalizado el brote):**

⁕ Genéricas

– Control diario del cloro residual libre existente en el agua de abastecimiento en las zonas del municipio con mayor número de afectados.

⁕ Específicas: segunda intervención (Tabla 6).

– Inspección, toma de muestra diaria, orden de limpieza y desinfección en caso de positividad a *Legionella pneumophila* de las fuentes emisoras de aerosoles potencialmente causantes. Cese de actividad en caso necesario.

– Cambio de relleno en torres de refrigeración positivas a *Legionella pneumophila* y otras que lo tenían en mal estado.

➢ **De seguimiento a medio plazo: (desde el 30 de julio al 15 de noviembre** [La elección de la fecha está basada en que las temperaturas ambientales en la ciudad de Murcia bajan significativamente a partir del 15 de noviembre (información facilitada por el Instituto Nacional de Meteorología)].

– Inspección, toma de muestra quincenal (duplicado) y orden de limpieza y desinfección en caso de positividad a Legionella de las fuentes emisoras de aerosoles potencialmente causantes.

– Inspección, toma de muestra y orden de limpieza y desinfección de depósitos de abastecimiento público.

– Envío a los 45 Ayuntamientos de la Región y a la Mancomunidad de Canales del Taibilla, de las medidas preventivas a adoptar en instalaciones de riesgo.

– Inspección, toma de muestra y orden de limpieza y desinfección de depósitos de edificios asociados a torres de refrigeración positivas a *Legionella pneumophila*.

6. **Toma de muestras**:

Como en el caso anterior, se elaboraron criterios de toma de muestras para cada una de las instalaciones, siguiendo las Recomendaciones para la prevención y control de la legionellosis [14].

⁕ Tipos de muestra.

- Agua : T.R. y similares en la balsa y en la llave de purga del agua de retorno .
- Depósitos de abastecimiento en grifo o en el propio depósito cuando no existe grifo.
- En los dos casoso anteriores se rascó el fondo para recoger lodos.
- Relleno de la T.R. y similares: fragmentos de relleno.

⁕ Proceso de toma de muestras:

- De agua en red de abastecimiento público municipal: en frasco estéril de un litro de capacidad, adicionado de 0'8 ml de una disolución de tiosulfato sódico al 3%.
- En torre de refrigeración: en frasco estéril de un litro de capacidad adicionado de 2 ml de una disolución de tiosulfato sódico al 30%. A partir de septiembre las dosis de tiosulfato se fueron ajustando en función de la concentración de cloro libre encontrada y en la actualidad se adicionan 2 ml de una disolución de tiosulfato al 3%.
- Se identificaban por escrito y con tinta indeleble todos los envases. Se incluyó fecha, identificación del punto exacto de muestreo, instalación y ubicación.

⁕ Se realizaron por duplicado, con la excepción de los días 10 al 30 de julio que fueron por cuadriplicado.

⁕ Transporte de las muestras: al Laboratorio Regional de Salud Pública para su procesamiento, a temperatura ambiente, en un espacio de tiempo máximo de 30 minutos desde la toma.

⁕ Conservación de las muestras: a 6 ± 2ºC y en la oscuridad. Se analizan en el mínimo tiempo posible y no superior a 5 días.

⁕ Análisis de las muestras.

- Técnicas utilizadas:
  – Cultivo microbiológico, según la Norma ISO 11.731 de 01-05-1998.
  – Polymerase Chain Reaction (PCR).
  – Serotipado: Por inmunofluorescencia frente a dos paneles de anticuerpos monoclonales. Para el Subgrupo 1, el Internacional de Anticuerpos Monoclonales (Joly y cols, 1986) y para el Subgrupo 2 el Panel de Anticuerpos Monoclonales de Dresden, Alemania.
  – Tipificado:
    - Amplified Fragment Length Polymorphims (AFLP).
    - Pulsed Field Gel Electrophoresis (en adelante PFGE-sfiI) utilizando sfiI como enzima de restricción.
    - AP-PCR. Arbitrarily Primed Polymerase Chain Reaction.
- Laboratorios que analizaron las muestras:
  – Laboratorio de Microbiología de Salud Pública, de referencia con carácter regional.

  - Laboratorio externo con certificado de acreditación por ENAC (Entidad Nacional de Acreditación): PCR
  - Laboratorio de Microbiología de Referencia en el Instituto de Salud Carlos III: serotipado y tipificado.
- Duplicadas: PCR (laboratorio externo) y cultivo (Laboratorio Regional)
- Cuadriplicadas: las otras dos muestras se analizaron por cultivo en el laboratorio de referencia y en el laboratorio externo (codificadas)
- Las cepas positivas aisladas en el Laboratorio Regional se enviaron al laboratorio de referencia en transporte refrigerado y urgente (mensajería) para su serotipado y tipificado.

RESULTADOS

Las fuentes emisoras de aerosoles potencialmente contaminantes, en función del origen de la información, se observan en la Tabla 1.

Como se observa en la Tabla 2, el seguimiento realizado a las de alto riesgo fue muy superior a las de medio y bajo riesgo.

El total de fuentes emisoras se puntearon en un mapa del municipio de Murcia (Figura 1) y se clasificaron según las categorías de riesgo establecidas previamente.

Tabla 1: Fuentes potencialmente emisoras de aerosoles (F.E.A) contaminados identificadas en función del origen

Fuente de datos (*)	F.E.A. circuito abierto	F.E.A. circuito cerrado	Aire acondicionado domiciliario	Total	% Total
Fotografiado desde helicóptero	14 (**)	8	0	22	13
Peinado de calles situadas en la zona	6	0	15	21	12
Censo Consejería de Industria	4	0	0	4	2
Censo Federación Empresarios del Metal	4	0	0	4	2
Llamadas telefónicas de usuarios = 700	7	16	63	86	50
Ayuntamiento	35 (***)	0	0	35	20
Total		20	78	172	100
% del total	41	12	45	100	

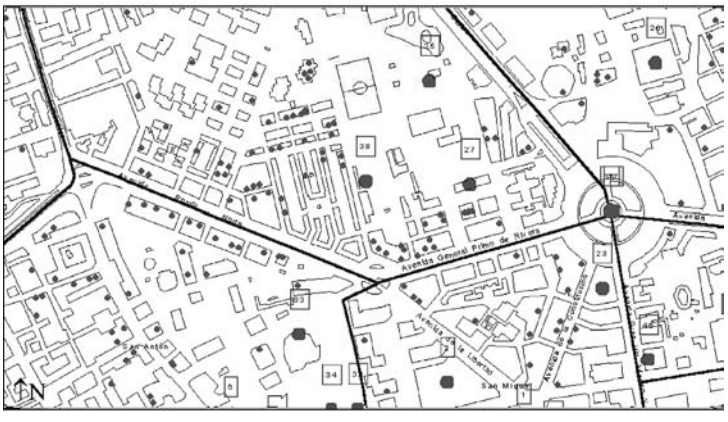
(*) Las fuentes emisoras pueden haber sido identificadas por más de un medio, por lo que los totales pueden no cuadrar).
(**) Se fotografiaban edificios con una media de tres torres por edificio.
(***) Fuentes ornamentales.

Tabla 2. Fuentes emisoras de aerosoles potencialmente contaminados. Distribución por riesgo

Fuente emisora	Riesgo alto	Riesgo medio	Riesgo bajo	Total
Torre refrigeración y similares	29	4	37	70 (*)
Fuentes Ornamentales	15	4	16	35
Obras con movimiento de tierra	1	0	0	1
S. circuito cerrado	0	20	0	20
Total	45	28	53	126
% del total	36	22	42	

(*) Para cálculos se consideran 69 ya que una estaba fuera de uso de años atrás.

Figura 1: Sección de la distribución de fuentes emisoras de aerosoles en el plano callejero de Murcia y de enfermos



● : Fuentes emisoras ● : Enfermos

Fuente: Servicio de Epidemiología.

El resumen de las medidas de intervención se observa en la Tabla 3 y su clasificación por tipo de riesgo en la Tabla 4. El menor porcentaje de inspecciones en instalaciones de medio riesgo, se explica porque en este apartado están incluidos los sistemas cerrados aire/agua, sin certificado de estanqueidad, mientras que en las de bajo riesgo están incluidas 37 torres de refrigeración que se inspeccionaron exhaustivamente durante las Jornadas Olímpicas de la Juventud, celebradas en Murcia en estos días.

Según la compañía de suministro eléctrico, no hubo en la zona cortes de energía superiores a tres horas, que justificarían un desarrollo masivo de Legionella.

Se han revisado las condiciones meterológicas proporcionadas por el Centro Meteorológico Territorial en Murcia durante ese periodo y resulta que la temperatura media máxima del periodo objeto de estudio se produjo el día 26 de junio con 31,6ºC. La humedad relativa alcanzó su punto máximo el día 29 de junio, con un 54%.

La altura base máxima de la capa de inversión térmica se produjo el día 28 de junio, lo que ocasionó probablemente que la inversión tardase más tiempo en romperse. Del estudio de la fuerza y dirección de los vientos durante ese periodo se deduce una baja velocidad con abundantes calmas y rolando.

Los resultados de las muestra positivas de PCR frente a muestras a cultivo se reflejan en la Tabla 5. La comparación de los resultados obtenidos por medio de la PCR o el cultivo (utilizado como patrón), ofrece una sensibilidad del 30,8% (Intervalo de confianza al 95%, de 25,1), una especificidad del 99,4±0,8. Con la prevalencia de cultivos positivos del 3,7%, el valor predictivo de los resultados positivos es de un 66,7±37,7% y el valor predictivo de los resultados negativos es del 97,4%±1,7%. Hay que tener en cuenta a la hora de valorar la comparación entre cultivo y PCR, pueden existir dos falsos negativos en el cultivo, y eso puede influir en los resultados.

Tabla 3: Medidas de intervención adoptadas.

Tipo	Inmediata (<36hs) 8-9-10 jul.	Corto plazo (11-31 jul.)	Medio plazo (1 ago.-15 de nov.)	Total
Clausura fuentes ornamentales	35			35
Toma de muestras	131	420	489	1.040
Inspección de sistemas abiertos(*)	73	203	170	446
Inspección de sistemas cerrados	13	14	0	27
Inspección depósitos abastecimiento/edificios	3	0	10	13
Determinaciones de cloro residual libre	20	424	362	806
Orden de limpieza, desinfección y/o cierre	131	12	22	165

(***) La empresa gestora realiza determinaciones en continuo de cloro a través de telemando.

Tabla 4: Medidas de intervención clasificadas por tipo de riesgo

Tipo de riesgo	N.º de fuentes emisoras	N.º de inspecciones	% Inspeccionado	Media
Alto	45	336	746'7	7'5
Medio	28	39	139'3	1'4
Bajo	53	109	205	2'1

Tabla 5: Resultados de muestras positivas de PCR, frente a muestras de cultivo.

		Cultivo		Total
		(+)	(-)	
PCR	(+)	4	2	6
	(-)	9	340	349
Total		13	342	355

Del total de instalaciones investigadas (339), en 57 (16'9%) se encontró un cultivo positivo a *Lp. D*istribución por tipo de instalación con cultivo positivo a *Lp*: en torres de refrigeración 23 (6'8%), en fuentes ornamentales 3 (7,32%) y en agua sanitaria 31 (9'1%).

En la Tabla 6 se observa que casi un 50% de las instalaciones contaminadas identificadas no dieron resultados positivos al cultivo en una primera muestra, aunque si lo dieron tras la limpieza y desinfección.

En la Tabla 7 se realiza el seguimiento de torres de refrigeración y similares positivas.

La distribución de las distintas cepas encontradas se observa en la Tabla 8, donde se contabilizan cepas distintas para cada instalación positiva.

La revisión de análisis del SINAC (Sistema de Información Nacional de Aguas de Consumo) correspondientes al casco urbano de la ciudad durante los seis meses anteriores al brote (depósitos y redes), arroja los resultados reflejados en la Tabla 9.

La revisión de los partes de averías ocurridas durante ese periodo y suministrados por la empresa gestora de aguas no aporta información relevante.

Tabla 6: Seguimiento de Instalaciones de riesgo con resultados positivos a cultivo para Legionella pneumophila

Instalaciones positivas	Instalación positiva antes de cualquier intervención	Instalación positiva tras 1.ª intervención (n= 19)		Instalaciones positivas tras 2.ª intervención (n=4)	
		negativas antes de la 1.ª intervención	positivas antes y después de la 1.ª intervención	negativas antes de la 2.ª intervención	positivas antes y después de la 2.ª intervención
T.R. y similares (n=30)	16	14	5	3	1
Fuentes ornamentales	5	CLAUSURADAS			
Obras con movimiento tierra	1	PARALIZADA			

Tabla 7: Seguimiento de torres de refrigeración y similares que dieron positivos antes de la primera intervención y porcentaje sobre el total de torres de refrigeración positivas durante el periodo de estudio

Total T.R. (+) = 30	N.º de torres de refrigeración	% sobre el total de T.R.(*)
Instalación positiva antes de cualquier intervención	16 (100%)	53'33
Instalación positiva tras 1.ª intervención	5 (31'25%)	16'7
Instalaciones que siguen positivas tras 2.ª intervención	1 (20%)	3'34

Tabla 8: Número de cepas diferentes identificadas en cada instalación

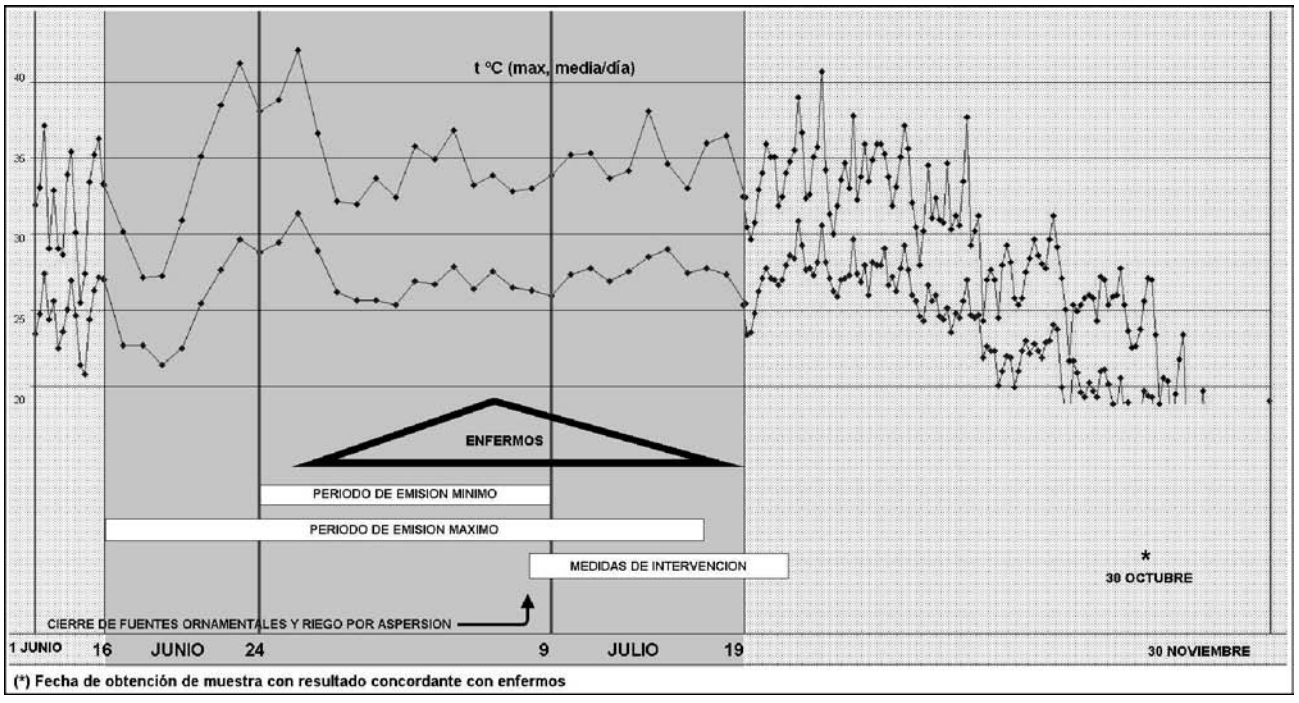
	Instalaciones afectadas			Total	%
Tipo legionela	Torres	Fuentes	Obra		
LpS 2-14	24	1	1	26	37,68
LpS1 Olda Olda	13	2	—	15	21,74
LpS1 Olda Heysham	1	1	—	2	2,90
LpS1 Pontiac Knoxville	1	0	—	1	1,45
LpS1 Pontiac Filadelfia Lugano	13	0		13	18,84
LpS1 Pontiac Filadelfia Glasgow (*)	1	0		1	1,45
Lp S1 no Tipo I	5	0		5	7,25
Lp S1 no tipificadas	6	0		6	8,70
Total	64	4	1	69	100,00

(*) La del enfermo.

Tabla 9: Niveles de cloración de las aguas de abastecimiento a la ciudad de Murcia desde enero a junio de 2.001. Fuente: SINAC (Región de Murcia)

Muestras analizadas para cloro residual libre	DEPÓSITO QUIEBRE	DEPÓSITO CONTRAPARADA	DEPÓSITO CABEZO CORTAO	RED DE DISTRIBUCIÓN
% muestras<0,2ppm	0	0	0	0
% muestras>1ppm	15,56	20,85	15,5	3,31
Total muestras	212	235	160	242

Figura 2: Resumen la información de mayor interés



Las consideraciones son las siguientes: el periodo de estudio abarca desde el inicio del brote hasta el 15 de noviembre, ya que el control se ejerción de forma intensiva durante ese tiempo debido a las altas temperaturas esperadas, una vez consultado el Instituto de Nacional Meteorología y atendiendo a lo establecido en las Recomendaciones para la prevención y control de la legionelosis[14] (además el control sistemático se seguirá llevando durante dos años al menos). La curva epidémica queda reflejada en el triángulo definido por los tres puntos siguientes: Fecha de aparición de síntomas del primer caso, fecha de aparición de sintomas del mayor número de casos y fecha de aparición de sintomas del último caso. Las medidas de intervención se inician el domindo 8 de julio y consisten en lo especificado en la Tabla 3. El asterísco que aparece el día 30 de octubre destaca el día en que se tomó la muestra cuyo patrón molecular coincidión con la cepa aislada en los enfermos. Queda maximizado el tramo comprendido desde el 16 de junio (inicio brusco de altas temperaturas) al 19 de julio (fecha de inicio de sítomas del último enfermo) y minimizado los periodos anterior y posterior.

En la Figura 2 se muestra el resumen de la información sobre las actuaciones llevadas a cabo desde la Sección de Sanidad Ambiental para el control del brote, disponibles.

DISCUSIÓN

Desde la identificación de la "enfermedad del Legionario" (en el verano de 1976 entre miembros de la Legión Americana [21] como una enfermedad multisistémica [(22)], se han detectado y descrito numerosos brotes de legionelosis. La mayoría son de ámbito nosocomial se encuentran artículos describiéndolos y aportando la mayor o menor eficacia de las medidas correctoras adoptadas en cada caso [2,12,19,23-28]. En las epidemias de naturaleza comunitaria [7,11,29] no siempre se ha llegado a suprimir el problema y/o establecer las causas.

Por otra parte existen en general pocas publicaciones sobre las actuaciones seguidas en brotes comunitarios desde un punto de vista de Sanidad Ambiental, quizá explicable porque se evalúa y publica poco sobre lo que se hace en estos casos, pese a que se trabaja mucho y se soporta el peso de la angustia de la población y de los responsables. Todo ello conduce a que se reflexiona escasamente *a posteriori* sobre la eficacia de las medidas adoptadas (otras disciplinas sí lo hacen, Epidemiología: estudios casos-control para esclarecer riesgos y causas), y ésta puede ser nuestra aportación.

Las características de este brote en una ciudad como Murcia (de 367.189 habitantes [(30)] de los cuales corresponde un 44,90% al casco urbano) por su magnitud ("800 enfermos, 460 infectados por la bacteria y 5 muertos [31)] carácter explosivo, que puso en jaque a los servicios asistenciales y de gran repercusión en la población (recibimos 700 llamadas telefónicas en 5 días), con un sinnúmero de noticias en el periódico local (316 en el año 2001 y 48 en el 1er trimestre del año 2002), ha desencadenado, incluso, la toma de decisiones políticas a nivel estatal [32].

Tras la observación de la Figura 2 asaltan dudas: la existencia de unos días/semanas con una temperatura adecuada para el crecimiento del germen, unidas al golpe de calor de los días anteriores al inicio del supuesto período de emisión, pudieron ser el desencadenante de la puesta en marcha de torres de refrigeración, inactivas desde la temporada anterior. En segundo lugar, el inicio de las medidas de intervención es simultáneo al supuesto fin de la emisión y no permite achacar su cese a las medidas adoptadas. Por último, el aislamiento de una cepa idéntica a la aislada en los enfermos se dio en una muestra tomada el 30 de octubre del mismo año, lo que unido al hecho de que se han encontrado cultivos positivos

después de un cultivo negativo y un proceso de limpieza y desinfección hace pensar que se debe de seguir investigando en el comportamiento ecológico de la bacteria y en el estudio causal de los brotes.

Cabría destacar los siguientes resultados:

- El fotografiado de tejados desde helicóptero se ha revelado como la mejor fuente de datos para la elaboración del censo de instalaciones de riesgo.
- Existen resultados de 18 muestras de exudados procedentes de enfermos, todas ellas fueron: *Legionella pneumophila* serogrupo 1, Subtipo mayor Pontiac, Subtipo menor Filadelfia, AFLP 003 Glasgow. La única muestra ambiental cuyo patrón molecular coincide con el de los enfermos, representa el 1'45% del total de cepas encontradas, se tomó el día 30-X-2001. Aunque hay que tener en cuenta que este aislamiento positivo se produjo tras una parada de 29 días, y posterior puesta en marcha sin previa limpieza y desinfección, lo que concuerda con la opinión de otros autores que establecen como factor de riesgo un periodo de paro superior a un mes [14].
- El 37'68% de las cepas encontradas pertenecían a los serogrupos 2-14, el 62'3% pertenecían al serogrupo 1 y de éstas, un 20'29% coinciden con la cepa de los enfermos hasta el subtipo menor Filadelfia, estando distribuidas en 10 instalaciones.
- Un 18'84% de las muestras son Legionella pneumophila serogrupo 1 Pontiac Filadelfia Lugano y solo un 1'45% corresponde a Legionella pneumophila serogrupo 1 Pontiac Filadelfia Glasgow. Lo encontrado es compatible con la tendencia encontrada en el estudio de otros brotes: en 6 brotes de 25, la Legionella pneumophila serogrupo 1 Pontiac Filadelfia Lugano es la mas distribuida y sin embargo la Legionella pneumophila serogrupo 1 Pontiac Filadelfia Glasgow se ha aislado en escasas ocasiones [33].
- Las instalaciones con mayor porcentaje de positividad son torres de refrigeración (38'98%), agua caliente sanitaria (24'81%), contrastando con condensadores evaporativos (0%) quizá influya en éste resultado el bajo nº de condensadores estudiados (9).
- De 30 torres de refrigeración positivas, 14 habían sido negativas antes de la limpieza y desinfección, lo que redunda de nuevo en la variabilidad de los resultados analíticos y/o la ineficacia de la limpieza y desinfección de torres de refrigeración realizadas por empresas que: utilizaban un 38'89% de productos químicos no inscritos en el Registro Sanitario de Plaguicidas para ése uso, un 88'9 % de los mismos no estaban inscritos en dicho registro para ningún uso, además un 86% de las empresas que realizaban los tratamientos no estaban inscritas en el Registro de Establecimientos y Servicios Plaguicidas (RESPLA) [34].
- La primera desinfección no erradicó la contaminación en su totalidad. Un 31'25% de las instalaciones permanecían contaminadas. Después de la segunda medida de intervención aún se mantuvo la contaminación en un 20%, no realizándose más intervenciones de comprobación en algunas de ellas por clausura de las instalaciones debido al cambio de climatología.
- Otro resultado colateral obtenido en el estudio de este brote, que hay que valorar es la baja sensibilidad de la PCR frente al cultivo, para la identificación preliminar y rápida de las posibles fuentes emisoras. La confirmación de esta situación puede poner en duda la utilidad de esta prueba para este uso. La especificidad del 99% concuerda con la descrita por otros autores, no así la sensibilidad 30'8 % [35].
- La variabilidad de los resultados analíticos positivos por cultivo concuerda con lo publicado por otros autores [36]
- La colaboración de personas pertenecientes a diferentes disciplinas (ingenieros, especialistas en climatización, farmacéuticos, químicos, biólogos) ha resultado enriquecedora y, probablemente, eficaz.

AGRADECIMIENTOS

Cuerpo de Inspectores de Salud Pública.
Laboratorio de Salud Pública de Murcia.
Servicio de Epidemiología. Dirección General de Salud Pública.
Servicio de Salud Pública. Dirección General de Salud Pública.
Consejería de Ciencia, Tecnología, Industria y Comercio.
Personal del Instituto Nacional de Meteorología en Murcia.
Excmo. Ayuntamiento de Murcia.
Instaladores de climatización.
F.R.E.M.M.
D. Luis Antonio Sánchez Guillén.
D. Amalio Garrido.
Agradecimientos a la revisión de los revisores anónimos, cuyos comentarios han permitido mejorar el presente artículo.

BIBLIOGRAFÍA

1. Periodicos: *La Verdad*, *La Opinión*, 9/07/2001.
2. Best, M.; Yu, V. L.; Stout, J.; Goetz, A.; Mude,r R. R.; Taylor, F. Legionellaceae in the hospital water-supply. Epidemiological link with disease and evaluation of a method for control of nosocomial legionnaires' disease and Pittsburgh pneumonia. Lancet. 1983 Aug 6;2(8345):307-10.
3. Catalán, V., et al. Aplicaciones de la reacción en cadena de la polimerasa (PCR) al control microbiológico del agua. Tecnología del Agua. 1993; 115:41-48.
4. Catalán, V., et al. Ultimos avances en el control de Legionella pneumophila en sistemas de agua potable. Química e industria. Febrero 1996.
5. Epidemiology, prevention and control of legionellosis: Memorandum from a WHO meeting. Bulletin of the World Health Organization, 68 (2): 155-164 (1990).
6. Guía para la prevención de la Legionelosis en instalaciones de riesgo. Edit. Consejería de Sanidad y Servicios Sociales. Comunidad de Madrid. 1999.
7. Jansá, J. M.ª Brote de legionelosis en el barrio de la Barceloneta de la Ciudad de Barcelona. Institut Municipal de Salut Pública. Ajuntament de Barcelona. 2001.
8. Munier, J. C., et al. Demarche globale relative a la prevention de la Legionella. Edit. DALKIA. Valmy (France) 2001.
9. Norma UNE 100 - 030 - 94.
10. Orden 1187/1998, de 11 de junio, de la Consejería de Sanidad y Servicios Sociales de la Comunidad de Madrid, por la que se regulan los criterios higiénico-sanitarios que deben reunir

los aparatos de transferencia de masa de agua en corriente de aire y aparatos de humectación para la prevención de la Legionelosis.
11. Ordoñez, J. M., et al. La legionelosis en la Comunidad de Madrid. Evaluación del Programa de Prevención de la legionelosis (1999). II Jornadas de Salud Municipal. San Fernando de Henares (Madrid). 2.000.
12. Muraca, P. W.; Yu, V. L.; Goetz, A. "Disinfection of water distribution systems for Legionella: A reviev of aplication procedures and methodologies". Infect Control Hosp Epidemiol; 1990; 11(2):79-88.
13. Pelaz Antolín, C.; Martín Bourgon, C. (1993). "Legionellosis, datos de España, diagnóstico de laboratorio y recomendaciones para su prevención y control en instalaciones de edificios". Instituto de Salud Carlos III. Ministerio de Sanidad y Consumo.
14. Recomendaciones para la prevención y control de la legionelosis Ministerio de Sanidad y Consumo. Edit. Secretaría General Técnica. 1999.
15. Santa Marina Rodríguez, L.; Basterretxea Irurzun, M.; Ibarlucea Maurolagoitia, J.; Serrano Ibarbia, E.; Zigorraga Arrieta, C. Brote de legionelosis asociado a un balneario. Rev. Salud ambient 2001;1: 12-20.
16. R. D. 909/2001, de 27 de julio, por el que se establecen los criterios higiénico-sanitarios para la Prevención y Control de la Legionelosis.
17. Yu, V. L. Could aspiration be the major mode of transmission for Legionella? Am J Med. 1993 Jul;95(1):13-5
18. www. legionela.org7generar-info.htm#6. Con acceso el 14 de abril de 2002.
19. Murder, R. R.; Victor, L.; Yu et als. Mode of transmisión of Legionella. Arch. Inter. Med. 1986;146: 16071612.
20. Woo, A. H.; Goetz, A.; Yu, V.L. Transmission of Legionella by respiratory equipment and aerosol generating devices. Chest. 1992 Nov;102(5):1586-90
21. Fraser, D. W.; Tsai, T. R.; Orenstein, W.; Parkin, W. E.; Beecham, H. J.; Sharrar, R. G.; Harris, J.; Mallison, G. F.; Martín, S. M.; McDade, J. E.; Shepard, C. C.; Brachman, P. S. Legionnaires' disease: description of an epidemic of pneumonia. N Engl J Med. 1977 Dec 1;297(22):1189-97.
22. Fraser, D. W.; Deubner, D. C.; Hill, D. L.; Gilliam, D. K. Nonpneumonic, short-incubation-period Legionellosis (Pontiac fever) in men who cleaned a steam turbine condenser. Science. 1979 Aug 17;205(4407):690-1.
23. Uriel Latorre, B.; Pinazo Murria, M.; Vila Pastor, B.; Redon Masa, J.; Quesada Fernández de la Puente, E.; Pérez Martín, M. V.; García de Lomas, J. "Neumonias nosocomiales por legionella pneumophila en el Hospital de Sagunto. Epidemiología y actuaciones preventivas"; Rev Sanid Hig Publica (Madr). 1988 May-Aug;62(5-8):1459-68.
24. Hong Nguyen, M.; Janet, E.; Yu, V. L. Legionellosis. Infectious Disease Clinics of Nort America. Vol 5 No 3, September 1991, 561-84.
25. Guia per a la prevenció i el control de la legionel-losi. Quaderns de salut pública. Ed. Departament de Sanitat i Seguretat Social. Generalitat de Catalunya. 2002.
26. Rodríguez Creixems; Bouza, E.; Soriano, F. y cols.; (1981) "Enfermedad de los legionarios. Experiencia con 27 casos" Med Clín (Barc), 77 (9) 350-351.
27. Yu, V. L.; Yu-sen, E.; Lin, Janet, E. Stront. Legionella in water distribution systems. Journal AWWA.1998; 90: 112-121
28. Aproaches to prevention and control of Legionella Infection in alleghent county hoalth care facilitis...
29. Vanaclocha, H. Brote de legionella en Alcoi. Dirección General de Salud Pública. Generalitat Valenciana. 2000.
30. a 1 de enero del 2001. Fuente Padrón contínuo de población. INE. http.//ine.es/htdosc/pob01 frame.htm con acceso el 15 de enero de 2.002.
31. Periódico *La Verdad*. 29/01/02
32. R. D. 909/2001, de 27 de julio, por el que se establecen los criterios higiénico-sanitarios para la Prevención y Control de la Legionelosis.
33. Reunión Comité asesor externo. Día 22 de noviembre de 2002.
34. Rimblas, M. E.; Sánchez, J. I.; Martínez, O.M.; De los Reyes, E. Biocidas utilizados antes del brote de Legionella en Murcia. Rev. Salud Ambient. 2001;1(2): 132.
35. Pascual, L.; Pérez-Luz, S.; Amo, A.; Moreno, C.; Apraiz, D.; Catalán, V. Detection of Legionella pneumophila in bioaerosols by polymerase chain reaction. Can J Microbiol. 2001 Apr;47(4):341-7.
36. Recomendaciones para la prevención y control de la legionelosis". Comisión de Salud Pública. Octubre 1998. Ministerio de Sanidad y Consumo.
37. Recomendaciones sobre conducta a seguir frente a posibles brotes de Legionelosis". Consejo Interterritorial de Salud Pública.
38. Sánchez-Guillén, L. A. Prevención y tratamiento de instalaciones de riesgo por Legionella. Edit. Desinfecciones Alcora, S. A. 2001.
39. Proyecto de Real Decreto..../2001 de.... por el que se establecen los criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la legionelosis. Ministerio de Sanidad y Consumo. 2001.
40. Bentham, R. H. Routine sampling and the control of Legionella spp. in cooling tower water systems. Curr Microbiol. 2000 Oct;41(4):271-5.

VALORACIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES MEDIANTE PROCEDIMIENTOS ANALÍTICOS Y BIOLÓGICOS

WASTEWATER EVALUATION BY ANALYTICAL AND BIOLOGICAL PROCEDURES

M. Carballo[1], S. Aguayo[1], J. Roset[1], E. de la Peña[2], E., A. de la Torre[1], M. J. Muñoz[1]

[1] Centro de Investigación de Sanidad Animal - INIA. C/ Valdeolmos. 28130 Madrid

[2] CSIC Centro de Ciencias Medioambientales. C/ Serrano 115 dpdo, 28006 Madrid

RESUMEN: Ciertos procedimientos, basados en aproximaciones analíticas y biológicas, están demostrando ser útiles en la valoración del riesgo de las aguas residuales urbanas procedentes de las Plantas de Tratamiento. Estos efluentes, considerados "mezclas complejas", compuestos por sustancias de muy diferente naturaleza, origen y características toxicológicas y medio ambientales, requieren una valoración realista. Con el fin de colaborar al conocimiento de una parte de la realidad de nuestro país, presentamos un estudio sobre once depuradoras urbanas en las que se ha realizado un perfil de compuestos orgánicos y una valoración toxicológica mediante tests de toxicidad agudos, crónicos, de estrogenicidad, mutagenicidad y teratogenia. Los resultados muestran que 7 efluentes presentan toxicidad aguda, 3 toxicidad crónica y 4 estrogenicidad. Destacamos el hecho de que los 4 efluentes que presentan estrogenicidad, poseen al menos 3 de las sustancias estrogénicas detectadas mediante el perfil cromatográfico. Este tipo de consideraciones nos hace reflexionar sobre la necesidad de incorporar este tipo de metodologías para disponer de un conocimiento más realista de estas situaciones.

PALABRAS CLAVE: aguas residuales urbanas, mezclas complejas, toxicidad aguda y crónica, estrogenicidad, mutagenicidad, teratogenia, microcontaminantes orgánicos

ABSTRACT: Some procedures, based on analytical and biological methods, are useful tools for risk assessment of treatment plant wastewater. In fact, urban effluents, called "complex mixtures" due to their nature, origin and toxicologic and environmental variability, need a more realistic evaluation. In this study, 11 municipal wastewater effluents were studied. Chemical analysis (GC/MS) and biological methods (acute and chronic toxicity bioassays and estrogenicity, mutagenity and teratogeny tests) were carried out to identify the most frequent organic compounds and toxic effluents. Results showed 7 effluents with acute toxicity, 3 with chronic toxicity and 4, with estrogenic effects. When toxicity and analytical results were compared, it was observed that in effluents with estrogenic effects, at least 3 estrogenic substances were identified. Attending all these results, the inclusion of combined methodologies must be considered to get more realistic information about these situations.

KEYWORDS: urban wastewater, complex mixtures, acute and chronic toxicity, estrogenicity, mutagenicity, teratogeny, organic micro pollutants.

Metodologías para valorar efectos potenciales de los efluentes de las depuradoras:

El control de los vertidos de las aguas residuales procedentes de Plantas de Tratamiento está regulado por diferentes normativas [1-4], con el fin de establecer las características y los límites de vertido a los cauces públicos. El objetivo es establecer un canon de emisión de esos efluentes, para proteger el medio receptor y conseguir una calidad adecuada para su reutilización como agua de riego y recarga de acuíferos, una práctica muy importante en nuestro país. Estos efluentes, al igual que las emisiones industriales, pueden presentar una gran complejidad debido a la presencia de contaminantes muy diversos, provenientes de multitud de orígenes y actividades. Por ello, constituyen "mezclas complejas" cuya valoración requiere un nivel de profundización que no permiten los parámetros físico-químicos convencionales, que obligan las normativas actuales [5-6]. Así mismo, si se pretende realizar una valoración, no resulta práctico identificar, cuantificar e interpretar la presencia de todas las sustancias que puedan estar presentes. Esta es una de las principales razones de que se vengan utilizando desde hace años ciertos sistemas biológicos basados en tests de toxicidad, que expresan, con la ayuda de determinados organismos, los efectos potenciales de las mues-

Correspondencia: E. de la Peña. CSIC. Centro de Ciencias Medioambientales. C/Serrano 115 dpdo, 28006. Madrid.

tras que se ensayan. Aunque existen actualmente numerosos ensayos ya normalizados, (ISO, ASTM, DIN, CEN, AENOR), lo cierto es que tienen una implantación muy deficitaria en la legislación medioambiental, tanto en nuestro país como en la mayoría de los países de nuestro entorno. Es todavía un hecho que la práctica totalidad de los esfuerzos que se realizan en el control de vertidos se basan en el control físico-químico de compuestos específicos sin que, en la mayoría de los casos, estos tengan algo que ver con la naturaleza y origen del vertido.

Los tests de toxicidad más comunes que se han empleado para valorar la toxicidad de los efluentes de depuradoras utilizan peces y/o invertebrados acuáticos (Tabla 1). Estos ensayos han servido por ejemplo, para la menor concienciación existente en materia de toxicología ambiental. Básicamente un WET consiste en una caracterización del efluente en función de dos cosas: por un lado, la información disponible sobre su origen, naturaleza, sistema de depuración, etc. y por otro, la valoración de la toxicidad del "efluente total" que va a ser emitido. Esta valoración se realiza mediante un test de toxicidad agudo que utiliza una especie, sensible y representativa del medio acuático. Actualmente se está empleando además un ensayo crónico rápido que implementa considerablemente la información toxicológica del efluente. Una excelente revisión de los WET ha sido realizada por Oris y Klaine [20].

Si el resultado toxicológico que resulta del WET es positivo, se recurre posteriormente a otros procedimientos

Tabla 1: Ensayos de aparición más frecuente en la normativa y procedimientos de control de vertidos de aguas residuales urbanas en las CC. AA. de nuestro país:

Expresión de efectos	Nombre del Ensayo	Duración del ensayo	N. º Referencia
Agudos	Bioluminiscencia *(Vibrio fischeri)*	horas	7
	Toxicidad aguda *Daphnia magna*	48 horas	8
	Toxicidad aguda en rotíferos	48 horas	9
	Toxicidad aguda en *Tamnocephalus*	48 horas	10
	Toxicidad aguda *Artemia salina*	48 horas	11
	Toxicidad aguda *Ceriodaphnia dubia*	24 horas	12
	Toxicidad aguda en peces (varias especies)	96 horas	13, 14
Subagudos	Inhibición del crecimiento en *Chlorella vulgaris*	72 horas	15, 16
Crónicos	Ensayo sobre la reproducción en *Daphnia magna*	21 días	17
	Ensayo sobre la reproducción en *Ceriodaphnia dubia*	7 días	18

detectar la toxicidad de efluentes diversos y para demostrar que la variabilidad de esa toxicidad puede llegar a ser muy grande[19], del orden de 5 órdenes de magnitud. Este tipo de valoración realizada mediante bioensayos es indicativa del potencial de daño que tendría un efluente sobre las poblaciones acuáticas, por lo que constituye un sistema predictivo para valorar el impacto del efluente sobre el medio receptor. Hay que tener en cuenta que, el impacto real debería conocerse mediante estudios "in situ", entre los que destacamos aquellos que utilizan peces en jaulas ubicadas en el punto de emisión, los estudios de biomasa y biodiversidad de macroinvertebrados bénticos o, los que miden biomarcadores que expresan exposición y/o efecto en los individuos y las poblaciones que viven en las aguas receptoras.

Progresivamente en la valoración de los efluentes, hemos asistido al desarrollo de ciertos procedimientos analíticos en los que se han ido integrando algunas metodologías biológicas. Estos procedimientos han demostrado ser tremendamente útiles para conocer los efectos potenciales de los efluentes. Países como EEUU, han sido pioneros en la investigación y posterior aplicación de un sistema de control y autorización de vertidos, en los que se incorporan criterios físico-químicos y biológicos (WET o Whole Effluent Toxicity). Este enfoque, en mayor o menor medida, es la base de los que en la actualidad se están planteando por parte de muchos países de la Unión Europea. Sin embargo, en la UE el desarrollo es muy lento, dada la larga duración de los programas de investigación y de demostración previos (véase el caso del Reino Unido y Holanda), y (TIE [21]), que valoran más profundamente estas situaciones. Estos procedimientos se emplean cuando interesa identificar los agentes más problemáticos o para intervenir en programas de reducción de la contaminación. Básicamente, consisten en la utilización de sistemas mixtos, analíticos y biológicos y se basan en la concentración y fraccionamiento del efluente, permitiendo obtener a partir de un efluente entero, diferentes fracciones de él. Cada fracción puede ser valorada mediante tests de toxicidad y también analizada más exhaustivamente para identificar grupos de compuestos, sobre los cuales se realizará un análisis mas exhaustivo permitiendo identificar las sustancias responsables de los efectos de toxicidad observados.

Según los bioensayos o test de toxicidad que apliquemos, podremos obtener diferente información sobre: niveles de organización biológica (individual, poblacional y ecológica); tiempo de manifestación del efecto (agudo, subagudo y crónico); tipo de expresión del efecto (supervivencia individual o crecimiento, reproducción y supervivencia de la población); efectos específicos (mutagénicos, genotóxicos, teratogénicos, de disrupción endocrina), etc. Entre todos ellos, los ensayos específicos han sido los más recientemente desarrollados. Nos referiremos a dos de ellos.

La sospecha de que en la composición de estos efluentes existan determinadas sustancias con capacidad mutagénica, ha dado lugar a la adaptación de metodologías existentes para la valoración de ese efecto. Este

es el caso del ensayo con *Salmonella typhimurium* TA98 y TA100, utilizado en los procedimientos para la clasificación de sustancias puras e incorporado en las Directivas de Fitosanitarios y Biocidas para la determinación de la capacidad mutagénica. Actualmente se está incorporando en la valoración de muestras ambientales entre las que se incluyen los efluentes de depuradoras [22-23].

Por otro lado, en los últimos años, se empiezan a evidenciar ciertos efectos, denominados estrogénicos, asociados a una serie de compuestos [24-29] en efluentes de depuradora. Se observó que estos efectos estrogénicos eran capaces de alterar el equilibrio hormonal (Disruptores Endocrinos) de los organismos expuestos en las áreas de influencia de estos efluentes. Estos hechos constituyeron el principal motivo que indujo a muchos países a estudiar y caracterizar estos efluentes. Así mismo, para la valoración de ese potencial estrogénico se han ido desarrollando y posteriormente aplicando ensayos "*in vitro*", a modo de detectores biológicos de actividad estrogénica. Los ensayos más utilizados en estos efluentes se centran en el ensayo con levadura recombinante [24,30] el ensayo E-screen, que utiliza un receptor estrogénico humano de células de cáncer de mama MCF-7 [25], el ER competitive ligand binding assay [31] y el ER-CALUX o ensayo de activación de la luciferasa [32]. Murk y colaboradores [33] realizan una magnifica revisión sobre la sensibilidad y aplicabilidad de estos ensayos así como los inconvenientes que puedan presentar.

Con respecto a la caracterización química de estos efluentes, recientemente se han investigado y desarrollado métodos de análisis eficaces que ayudan y facilitan la cuantificación de muchos de estos compuestos[34].

En nuestro país, a diferencia de otros de nuestro entorno, la información disponible sobre los efluentes de depuradora en cuanto a sus posibles efectos estrogénicos es muy escasa y la existente, proviene del ámbito investigador. Por esta razón, los avances así realizados son puntuales [35-38], y aunque si bien suponen un avance en el conocimiento sobre estos compuestos y sus efectos, no se han hecho con el objetivo de aportar información de la realidad que rodea a los efluentes de depuradoras en nuestro país.

Valoración de 11 efluentes de depuradoras

Con el fin de contribuir al conocimiento sobre esta realidad, hemos querido aportar parte de la información generada por dos proyectos de investigación que venimos realizando, sobre diferentes depuradoras convencionales de fangos activados.

Las depuradoras motivo de estudio tratan las aguas residuales de núcleos de población con un número de habitantes equivalentes entre 24.000 y 190.000. Salvo una depuradora que trataba exclusivamente aguas domésticas, en las demás se incluían, como es frecuente, aguas de distinto origen como las aguas residuales de hospitales y pequeñas industrias, algunas de alimentación, farmacéuticas y de cosmética, lavanderías, fábricas de pinturas y talleres mecánicos.

De una forma simplificada diremos que el objetivo de nuestro estudio se centró en la detección de los microcontaminantes orgánicos presentes en los efluentes de estas depuradoras y en predecir los efectos potenciales de estos efluentes. Con ese fin, para realizar la caracterización química de los compuestos orgánicos se realizó un perfil cromatográfico sobre un extracto orgánico de cada efluente. Dicho perfil se realizó mediante cromatografía de gases. Para la predicción de efectos, aplicamos sobre estos mismos extractos, los bioensayos (tests de toxicidad) que se refieren en la Tabla 2.

Resumen de los resultados de la valoración de los extractos metanólicos de las 11 depuradoras.

Con el fin de simplificar la exposición de los datos hemos omitido los factores de concentración de las muestras. Una valoración más exhaustiva requeriría el análisis en profundidad de estos factores y los valores específicos de toxicidad. Sin embargo con el fin de ofrecer una visión general, podemos decir que: Lo primero que llama la atención es que en 7 de las 11 depuradoras se registra toxicidad aguda, lo que significa que el riesgo potencial de estos efluentes sobre el medio receptor, a corto plazo, es elevado. En tres de ellas se detecta toxicidad crónica y cuatro de los efluentes muestran efectos de estrogenicidad. En ninguna de las muestras se detecta mutagenicidad.

Tabla 2: Ensayos utilizados en la valoración de los extractos metanólicos de las once muestras estudiadas

Ensayos	N. º Referencia
Toxicidad aguda	
Toxicidad aguda en *Daphnia magna*	8
Toxicidad aguda en *Chlorella vulgaris*	16, 39
Toxicidad crónica	
Test desarrollo embrio-larval y teratogenia con *Oryzias latipes*	40
Ensayos específicos	
Capacidad estrogénica: Ensayo en levadura transfectada	26, 24
Capacidad genotóxica: Mutación en *Salmonella typhimurium* cepas TA98 y TA100 con y sin fracción microsomal S9	23, 41
Test de teratogenia con *Oryzias latipes*	40, 42

Tabla 3: Resultados de la valoración de los extractos metanólicos de las 11 depuradoras. Los rangos de toxicidad se han establecido en función de la sensibilidad de cada ensayo y los porcentajes de exposición que cada uno permite.

Depuradoras	Toxicidad aguda	Toxicidad crónica	Estrogenicidad	Mutagenicidad	Teratogenia
Testigo					
1				n.d	
2					
3					
4				n.d	
5			n.d		
6				n.d	
7					
8			n.d		
9					
10			n.d	n.d	
11				n.d	

n.d = No detectado

Toxicidad y Efectos Específicos:

Nulo	Bajo	Medio	Alto

Los compuestos encontrados en los extractos orgánicos fueron los que se exponen a continuación (Tabla 4). Para facilitar la comprensión y simplificar la información hemos resumido los compuestos cuya frecuencia de aparición es mayor y hemos omitido la cuantificación de ellos. Hemos incorporado datos sobre la Toxicidad, Persistencia, Bioacumulación y, efectos especiales de cada uno de ellos, de acuerdo a las Bases de datos consultadas (Tomes Plus, ChemDat, IUCLID, ECDIN y Ecotox).

Los resultados indican que de los compuestos que aparecen al menos en la tercera parte de los efluentes rastreados, existen 7 de los que no se dispone de información alguna. Así mismo observamos que de los dos compuestos que aparecen en el 100% de los efluentes, uno de ellos, el Octilfenol (que procede de la degradación de surfactantes alquilfenólicos), es un Disruptor Endocrino y figura en la lista de Sustancias Peligrosas Prioritarias en Estudio[43], mientras que el otro, el Bisfenol A (que proviene de la fabricación de resinas y pinturas metálicas), aunque se sabe que es un componente habitual de este tipo de efluentes, no está considerado en la reglamentación, posiblemente por su baja persistencia, baja capacidad de bioacumulación y menor efecto de Disrupción Endocrina[44]. De los compuestos que aparecen en el 86% de los efluentes, sólo un compuesto, el Di-etilhexil-ftalato, está considerado actualmente en la reglamentación de la UE [43] y de la CAM [45] y dos compuestos más, el Di-isobutil-ftalato y el Di-etil-ftalato (este último presente en el 57% de las muestras), sólo están contemplados en la CAM. Uno de los hechos destacables es que 6 de los compuestos identificados en el perfil (con una frecuencia de aparición de entre el 57-100% de las muestras), poseen efectos de disrupción endocrina. De entre los 6, dos de ellos, el Bisfenol A y el di-tertbutil-fenol no se contemplan en ninguna de las dos legislaciones. Debemos de recordar que solo aquellos compuestos que disponen de suficiente información pueden ser recogidos en la legislación.

Es importante destacar que de las cuatro muestras (con igual factor de concentración) que presentan efectos estrogénicos, en una, se encuentran las 6 sustancias estrogénicas detectadas mediante el perfil y en otra, tres de ellas. Habría que analizar tanto el potencial estrogénico como la cuantificación de cada uno de estos compuestos en cada muestra para valorar adecuadamente estos efectos, pero en principio, ya sabemos que aunque no se detecta toxicidad aguda en esta última, sí que sería importante profundizar en un efluente que muestra esta potencialidad de efectos estrogénicos y que, por tanto, puede producir un riesgo muy importante en el medio acuático. Las otras dos muestras que presentan potencial estrogénico, poseen, además de Bisfenol A y Octilfenol, el Estradiol, que no se recoge en la tabla debido a su porcentaje de aparición menor en este estudio y en una de ellas además de estos tres, contiene otro disruptor endocrino, el di-isobutil-ftalato.

Una interpretación más profunda de este estudio permitirá seguramente acercarnos a la realidad de unos efluentes que van a emitirse al medio acuático.

Todo esto nos permite reflexionar acerca del interés que tiene una correcta caracterización para basar las tareas de control de los efluentes, en una información realista. Aunque como hemos observado, con la información toxicológica disponible no podríamos interpretar el significado de muchas sustancias, y haciendo uso de la reglamentación actual se siguen escapando problemas, lo que está claro es que esa información nos puede facilitar un primer nivel en la predicción del riesgo ambiental. Una valoración más adecuada que cubra esta ausencia de información la podremos conseguir, realizando una correcta valoración de los efectos potenciales a través de metodologías biológicas suficientemente referenciadas y/o estandarizadas. Este tipo de valoraciones serán importantes para diseñar programas de seguimiento basa-

Tabla 4: Listado de los compuestos con mayor frecuencia de aparición registrados en el perfil de GC/MS y la información actual existente sobre ellos

COMPUESTOS	FRECUENCIA DE APARICIÓN	PRESENCIA EN LEGISLACIÓN	PERSISTENCIA	TOXICIDAD	BIOACUMULACIÓN	EFECTOS ESPECIALES
Bisfenol A	100%	NO	No	M	No	DE
Octilfenol	100%	SPPE	No	A	Sí	DE
Dietilhexilftalato	86%	SPP, RTP	Sí	A	Sí	C/DE/M
Disobutilftalato	86%	RTP	No	M	Sí	DE
Dimetilaminobenceno	86%	NO	No	M	No	C
Dietilftalato	57%	RTP	Sí	B	No	DE
Diterbutilfenol	57%	NO	No Información	B-M	No Información	DE
Ac. 9 hexadecanoico metilester	43%	NO	No Información	No Información	No Información	No Información
Ac. hexadecanoico metilester	43%	NO	No Información	No Información	No Información	No Información
Nicotina	43%	NO	Sí	A	No	M/C
7 Metoxi -2,2- dimetil-2H-1 benzotipiram	29%	NO	No Información	No Información	No Información	No Información
3,4,5 trimetoxitolueno (Información disponible sobre el Tolueno)	29%	NO RTP	No	M	No	No Información
Estradion 1,3,5(10)-trien-17-1,3 metoxy	29%	NO	No Información	No Información	No Información	No Información
Butilhidroxianisol	29%	NO	No Información	No Información	Sí	No Información
Butilhidroxitolueno	29%	NO	No	No Información	Sí	No Información
4-(2,2,3,3-tetrametilbutil)-fenol (Información disponible sobre el octilfenol: 4-(1,1,3,3 tetrametilbutil)-fenol)	29%	NO SPPE	No	A	Sí	DE
Tributilfosfato	29%	NO	No	M	No	No Información
2,3-dimetilpiridina	29%	NO	No Información	No Información	No Información	No Información

A: Toxicidad Alta (<1 ppm).
M: Toxicidad Media (1-10 ppm).
B: Toxicidad Baja (10-100 ppm)
C: Sustancia considerada como Carcinogénica
M: Sustancia considerada como Mutagénica.
DE: Sustancia considerada como Disruptor Endocrino.
La presencia de cada compuesto en la Legislación se ha realizado comparando con las Listas siguientes:
SPP: Sustancia Peligrosa Prioritaria por la UE.
SPPE: Sustancia Peligrosa Prioritaria en estudio por la UE . Lista de sustancias publicada en el Anexo X de la Decisión 2455/2001/CE del Parlamento Europeo publicada en el Diario Oficial de las Comunidades Europeas [43].
RTP: Sustancia considerada como Residuo Tóxico Peligroso por la CA de Madrid [45]
En gris aparece el compuesto de estructura química similar, del que se ha encontrado información.

dos en la detección realista de los contaminantes presentes peligrosos de cada efluente. Es importante que se utilice esta información para priorizar actuaciones de gestión empleando procedimientos de valoración de riesgo. En caso de no existir información, es fundamental que se utilice el principio de precaución cuando no conocemos o disponemos de suficiente información acerca de determinadas situaciones, compuestos o sus efectos.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por el Proyecto SCOO-040 del plan sectorial del INIA y el Proyecto de la CAM 07M/0024/1999.

BIBLIOGRAFÍA

1. Ley 46/1999, de 13 de Diciembre, de modificación de la Ley de Aguas de 29/1985, de 2 de agosto. BOE número 298, de 14 de diciembre de 1999
2. Real Decreto 1/2001, de 20 de Julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas. [en línea] <http://noticias.juridicas.com/base_datos/Admin/rdleg1-2001.html> Ultimo acceso el 8/10/2001.
3. Directiva 91/271/CEE del Consejo, de 21 de mayo de 1991, sobre el tratamiento de las aguas residuales urbanas. Diario Oficial n° L 135, de 30 de Mayo.
4. Real Decreto Ley 11/1995 de 30 de diciembre de 1995, por el cual se establecen las normas aplicables al tratamiento de las aguas residuales urbanas. BOE núm. 312, de 30 de diciembre.
5. Consejo de las Comunidades Europeas (1991). Directiva del Consejo de 21 de Mayo de 1991 concerniente al tratamiento de aguas residuales urbanas (91/271/EEC). Diario Oficial de las Comunidades Europeas, No.L 135/40-52.
6. CCE. Consejo de las Comunidades Europeas (1998). Directiva del Consejo 98/15/EC de 27 de Febrero de 1998 enmendando la Directiva del Consejo 91/271/EEC con respecto a ciertos requerimientos establecidos en el Anexo I. Diario Oficial de las Comunidades Europeas, No L67/29-30.
7. ISO 11348 (1-3):1998. Water quality-Determination of the inhibitory effect of water samples on the light emission of *Vibrio fischeri* (Luminescent bacteria test).
8. ODCE (1984). "Daphnia sp. Acute Immobilisation Test and Reproduction Test. Nº 202."
9. American Society for Testing and Materials E1440-91* Standard Guide for Acute Toxicity Test with the Rotifer Brachionus. Disponible en: http://www.dtsc.ca.gov/Science Technology/bioassay/E1440-91.html
10. Centeno, M. D. F.; G. Persoone, and M. P Goyvaerts (1994). Cyst-based toxicity tests. IX. The potential of *Thamnocephalus platyrus* as test species in comparison with *treptocephalus proboscideus* (Crustacea: Branchiopoda: Anostraca). Env. Tox. and Wat. Qual. (in press) In ACyst-Based Toxicity Tests@ Published by the Laboratory for Biological Research in Aquatic Pollution.
11. Persoone G. & Vanhaecke, P. Intercalibration on a short term standard toxicity test with Artemia nauplii. Final report. 1981. Contract EEC-ENV-396B(N), 30 p.
12. United States Environmental Protection Agency, Methods for Measuring the Acute Toxicity of Effluents to Freshwater and Marine Organisms- 3rd Edition. U.S.EPA, Environmental Monitoring and Support Laboratory, EPA/600/4-85/013. Cincinnati, OH, (1985).
13. EPA Test Method: 797.1440. Fish acute toxicity test: static, semi-static and flow through.
14. Organization for Economic Cooperation and Development (OECD) Fish, toxicity test on egg and sac-fry stages. Guideline for testing of chemicals. 1996. Organization for Economic Cooperation and Development
15. International Organization for Standardization (ISO) (1987) Water Quality-algal growth inhibition test, No. 8692. ISO, Paris.
16. OECD (1984). Alga Growth Inhibition test, test Guideline Nº.201. OECD Guidelines for Testing of chemicals. Paris
17. OECD (1998). "Guidelines for the Testing of Chemicals. Guideline 211: *Daphnia magna* Reproduction Test."
18. EPA (1999). "Daphnid, *Ceriodaphnia dubia*, survival and reproduction test. Method nº 1002.0.
19. Bailey, H. C.; Krassoi, R.; Elphick, J. R.; Mulhall, A. M.; Hunt, P.; Tedmanson, L., and Lovell, A. 2000. Whole Effluent toxicity of sewage treatment plants in the Hawkesbury-Nepean Watershed, New South Wales, Australis, to *Ceriodaphnia dubia* and *Selenastrum capricornutum*. Environ Toxicol Chem 2000; 19:72-81.
20. Oris, J., and S. Klaine. Whole Effluent Toxicity Testing. Annual Review Issue. In: Environ. Toxicol. Chem. 2000. Vol.19.
21. EPA. 1991. Methods por Aquatic Toxicity Identification Evaluations: Phase I Toxicity Characterization Procedures. EPA/600/6-91/003. Environmental Monitoring Laboratory, Duluth, MN.
22. Barrueco, C.; Herrera, A.; de la Peña, E. Mutagenic evaluation of trichlorfon using different assay methods with *Salmonella typhimurium*. Mutagenesis 1991; 6: 71-76.
23. Barrueco, C.; Guadaño, A.; Caballo, C.; Herrera, A.; Valcarce, E., y de la Peña, E. 1999. Evaluación Mutagénica y Genotóxica de los Productos Químicos. En: Evaluación Mutagénica y Genotóxica. E. de la Peña, I. Burguete, A. Guadaño. eds. DGICyT, SEMA, MURCIA´98. Madrid (1999) pp. 271-288.
24. Desbrow, C.; Routledge J.; Brighty G,; Sumpter, J. P.; Waldock. Identification of estrogenic chemicals in STW effluente. I. Chemical Fractionation and *in vitro* biological screening. Environ Sci Technol 1998;32:1549-57.
25. Korner, W. ; Hanf, V.; Schuller, W.; Kempter, C.; Metzger, J.; Hagenmaier, C. Development of a sensitive E-screen assay for quantitative analysis of estrogenic activity in municipal sewage plant effluents. Sci Total Environ 1999;225: 33-48.
26. Routledge, E. J., and Sumpter, J. P. Estrogenic activity of surfactants and some of their degradation products assessed using a recombinant yeast screen. Environ Toxicol Chem 1996;15:241-8.
27. Routledge, E. J.; Sheahan, D.; Desbrow, C.; Brighty, G. C.; Waldock, M., and Sumpter J.P. Identification of estrogenic chemicals in STW effluent. 2. In vivo responses in trout and roach. Environ Sci Technol 1998;32:1559-65.
28. Servos, M. R.**;** Bennie, K.; Burnison, J. Sherry, J.; Brown, S. Biological impacts of municipal effluents in canada: the role of alkylphenolics, natural and synthetic estrogens. 1999. Poster 2j/P041 pp 191.
29. Ternes, T. A.; Kreckel, P., and Mueller, J. 1999. Behaviour and occurrence of estrogens in municipal sewage treatment plant. II Aerobic batch experiments with activated sludge. Sci Total Environ 1999; 225: 91-99
30. Witters, H. E.;Vangenechten, C.; Berckmans, P. Detection of estrogenic activity in Flemish surface waters using an in vitro recombinant assay with yeast cells. Wat. Sci Technol 2001;43:117-23
31. Schwartz, J. A.; Skafar, D. E. Ligand-mediated modulation of estrogen receptor confirmation by estradiol analogs. Biochemistry 1993. 32:10109-10115.
32. Legler, J.; van den Brink, C. E.: Brouwer, A.; Murk, A. J., van der Saag, P. T.: Vethaak, A. D.; van der Burg, B. Development of a stably transfected estrogen receptor-mediated luciferase reporter gene assay in the human T47D breast cancer cell line. Toxicol Sci 1999- 48:55-66.
33. Murk, A. J.; Legler, J.; Marola, M.; Van Lipzig and John, H. N.; Meerman, Belfroid, A. C.; Spenkelink, A.; Van der Burg, B.; Rijs, G. B. J. and Vethaak, D. Detection of estrogenic potency in wastewater and surface water with three in vitro bioassays. Environ Toxicol Chem 2002; 21: 16-23.
34. Lee, F. P.; Iden, C. R.; Brownawell, B. J. Analysis of alkylphenol ethoxylate metabolites in the aquatic environment using liquid chromatography-electrospray mass spectrometry. Anal Chem 2000;72:4322-30.
35. Petrovic, M.; Fernández-Alba, A. R.; Borrull, F.; Marce, R. M.; González E.; Barceló, D. Occurrence and distribution of nonionic surfactants, their degradation products and linear

alkylbencene sulfonates in coastal waters and sediments in Spain. Environ Toxicol Chem 2002; 21: 37-46.
36. Olea Serrano, N.; Fernández Cabrera, M. F., y Martín Olmedo, P. Disruptores endocrinos. El caso particular de los xenobióticos estrogénicos. I. Estrógenos naturales. Rev. Salud Ambiental 2001;1:6-11.
37. Olea Serrano, N.; Fernández Cabrera, M. F., and Martín Olmedo, P. Disruptores endocrinos. El caso particular de los xenobióticos estrogénicos. II. Estrógenos sintéticos. Rev. Salud Ambiental 2001; 1: 64-72.
38. Lacorte, S.; Céspedes, R.; Viana, P.; Vinhas, T., and Barceló, D. Survey of organic pollutants and endocrine disrupting activity caused by agricultural, industrial and domestic pollution (Portugal, April 1999 - May 2001). In: Biomarkers of Environmental Contamination. Pp. 122. Abstracts Book of the Congress: Biomarker`s 2001. 24-25 September. University of Porto.
39. Aguayo, S.; Roset, J.; de la torre, A.; Cuellar, M. L.; Muñoz, M. J. Ensayo de ecotoxicidad miniaturizado en Chlorella vulgaris utilizando diferentes parámetros de expresión. 2000. Revista de Toxicología, Vol17(1), pp. 41-45.
40. U.S.EPA: United States Environmental Protection Agency (1991 a). Guidelines for conducting Early Life Stage Toxicity Tests with Japanese Medaka (Oryzias latypes). EPA/6003-91/063.
41. Guadaño, A.; Gutiérrez, C.; De la Peña, E.; Cortes, P., and González-Coloma, A. Insecticidal and Mutagenic evaluation of two annonaceous acetogenins. 2000. J.Nat.Prod. 63,773-776.
42. Cuéllar, M.; González, M.; Muñoz, M. J. Toxicidad del metanol en eldesarrollo embrionario de Oryzias latipes. 1995. Revista de Toxicología. Vol. 12. Pp. 109-113.
43. Decisión N.º 2455/2001/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 20 de noviembre, por la que se aprueba la lista de sustancias prioritarias en el ámbito de la política de aguas, y por la que se modifica la Directiva 2000/60/CE. Diario Oficial de las Comunidades Europeas L 331, de 15 de diciembre.
44. Tanaka, H.; Yakou, Y.; Takahashi, A.; Higashitani, T.; Komori, K. Comparison between estrogenicities estimated from DNA recombinant yeast assay and from chemical analyses of endocrine disruptors during sewage treatment. Water Sci Technol 2001;43(2):125-32
45. LEY 10/1993, de 26 de octubre, sobre vertidos líquidos industriales al sistema integral de saneamiento. B.O.C.M. Num.269, de 12 de Noviembre.

LA SALUD AMBIENTAL: PRESENTE Y FUTURO. UNA PERSPECTIVA DESDE LA COMUNIDAD AUTÓNOMA DEL PAIS VASCO

ENVIRONMENTAL HEALTH: PRESENT AND FUTURE. A VIEW FROM THE BASQUE COUNTRY

K. Cambra Contín

Dirección de Salud Pública. Departamento de Sanidad. Gobierno Vasco

RESUMEN

El ámbito de la salud ambiental es definido como el correspondiente a las actuaciones en relación con factores de riesgo ambientales, de nivel comunitario, dirigidas a la prevención primaria y en las que las poblaciones humanas estén implicadas de manera determinante. Se apuntan varias cuestiones clave en relación con las necesidades futuras de la salud ambiental. Por una parte, es necesario aclarar las funciones de los servicios de salud ambiental y promover el trabajo en equipo. Por otra, debe asegurarse que las actuaciones sean pertinentes y útiles, para lo que es imprescindible la planificación sanitaria de las mismas y seguir metodologías adecuadas. Se presenta un esquema de la organización de salud ambiental en la Comunidad Autónoma del País Vasco.

PALABRAS CLAVE: Salud ambiental, planificación, factores de riesgo ambientales, salud pública

ABSTRACT

The field of the Environmental Health is defined as the actions related to environmental risk factors, on a community level, aimed at primary prevention, in which human populations are involved. Some key issues are addressed in connection with the Environmental Health in the future. It is needed further clarification of the functions of the environmental health services, and teamwork promotion. Besides, actions to carry out must be pertinent and useful, for which they have to be based on health planning and the use of suitable methodologies. Finally, a summary of the environmental health organisation in the Basque Country is given.

KEY WORDS: Environmental Health Planning, environmental risk factors, Public Health.

EL ÁMBITO DE LA SALUD AMBIENTAL.

Una cuestión que surge con relativa frecuencia es qué es la salud ambiental y cuál es su diferencia (o 'valor añadido') frente a la regulación y la gestión de los recursos ambientales. Como respuesta, podríamos decir que bajo los términos salud ambiental se pueden englobar todas las actuaciones de salud pública en relación con los factores de riesgo ambientales, actuaciones que presentan una serie de características propias. Son, fundamentalmente, intervenciones dirigidas a la *prevención primaria* (su objetivo es evitar la aparición de la enfermedad), y el nivel de atención *comunitario* (las intervenciones van dirigidas a poblaciones o grupos de individuos). Los factores de riesgo ambientales pueden ser de naturaleza física, química o biológica, y las necesidades de actuación incluyen tanto su valoración y vigilancia, como el desarrollo de programas de intervención. Estas actuaciones rara vez pueden encuadrarse en una disciplina concreta, por lo que normalmente requieren un abordaje *multidisciplinar*. El hecho de que las actuaciones estén dirigidas a la prevención y las poblaciones, hace que la salud ambiental sea algo distinto de la gestión de los recursos ambientales. El que sean de nivel comunitario y dirigidas a la prevención primaria es típico de las actuaciones de salud pública, y las diferencia de las actuaciones sanitarias dirigidas a los individuos.

El ámbito de la salud ambiental podría ser definido, de acuerdo con lo anterior, como el correspondiente a las actuaciones en relación con factores de riesgo ambientales, de nivel comunitario, dirigidas a la prevención primaria y en las que las poblaciones humanas estén implicadas de manera determinante.

Correspondencia: Koldo Cambra Contín. Técnico de Evaluación de Riesgos Ambientales. Dirección de Salud Pública. Departamento de Sanidad. Gobierno Vasco. C/ Donostia 1. 01010. Vitoria Gasteiz. Tfno: 945019275; Fax: 945019192; Correo electrónico: sanambi-san@ej-gv.es

LA SALUD AMBIENTAL Y SU ORGANIZACIÓN EN LA COMUNIDAD AUTÓNOMA DEL PAÍS VASCO (CAPV)

Organización de los servicios de salud ambiental en la CAPV

Mediante la orden del Consejero de Sanidad de 8 de enero 1997 se crearon las comarcas de salud pública, en desarrollo del decreto 369/95 de estructura del Departamento, que establecía una única organización multidisciplinar para la gestión de los programas y actividades de salud pública. La comarca de salud publica fue concebida como una estructura adecuada para la gestión de los programas dirigidos a la población general (criterio de eficacia y de inmediatez respecto a las necesidades de la población), haciendo posible la integración de las dos redes que existían, la de veterinarios de salud pública y la de farmacéuticos titulares, en una única estructura periférica. Se adscribieron los técnicos de los partidos farmacéuticos y de las comarcas veterinarias a 9 comarcas de salud pública (4 en Bizkaia, 4 en Gipuzkoa y 1 en Araba), y se creó la figura de coordinador comarcal. Las capitales de los territorios históricos, con servicios municipales de salud pública, fueron consideradas de una manera distinta. Actualmente la mayor parte de los recursos humanos de salud pública de la CAPV se encuentran en los centros comarcales.

Los centros comarcales dependen de la subdirección de salud pública de su territorio, donde existen unidades de salud ambiental, de control de alimentos y de vigilancia epidemiológica. La coordinación de los tres territorios históricos corresponde a la Dirección de Salud Pública.

Las necesidades de personal de toda la organización se determina en la relación de puestos de trabajo de la administración general de la CAPV.

Líneas de actuación en salud ambiental en la CAPV en la década de los 90

En la vigilancia y actuación sobre el Medio, si bien participan todos los niveles de organización del Departamento, el mayor protagonismo recae en las comarcas. Un gran número de estas actuaciones ha estado relacionado con el agua. Además de las funciones que le corresponden como autoridad sanitaria, el Departamento de Sanidad se ha encargado de la vigilancia y control de un número importante de abastecimientos de agua de consumo público, de piscinas, de playas y de zonas de baño continentales; más recientemente se han intensificado las actuaciones relacionadas con la prevención de la legionelosis. De la misma manera, han sido programas consolidados los relacionados con la ordenación o vigilancia de productos químicos, de contaminantes atmosféricos, de residuos sanitarios y de establecimientos de proyección pública. Finalmente, la Administración Sanitaria de la Comunidad Autónoma del País Vasco ha seguido participando en la autorización de las actividades calificadas (MINP); en 2000 se inició un sistema de ponencia única, para coordinar las actuaciones de los Departamento de Medio Ambiente, Sanidad e Industria.

Otro grupo de actuaciones son aquellas que valoran los efectos de los factores ambientales sobre las poblaciones, a veces también referidas como actuaciones de Epidemiología Ambiental. En 2000, como parte de un proceso de identificación y priorización de necesidades de actuación en la Comunidad Autónoma del País Vasco en relación con los riesgos para la salud derivados de factores ambientales, se hizo una revisión de los documentos producidos por el Departamento de Sanidad desde 1991 a 1999. Se identificaron una serie de líneas de trabajo entre los que destacaron la investigación de brotes, el estudio de los efectos en la salud de la contaminación atmosférica, la valoración de la exposición e identificación de grupos expuestos a plomo, la adaptación de metodologías de evaluación de riesgos para el establecimiento de estándares y valoración de lugares contaminados, los estudios de clusters y de accidentes, y las actuaciones relacionadas con alimentación y salud.

LA SALUD AMBIENTAL EN EL FUTURO.

A continuación voy a plantear someramente algunas ideas, que hacen referencia a dos cuestiones claves de la salud ambiental: **la organización de los servicios** y **sus líneas de actuación.**

Las cuestiones de **organización** determinan en gran medida los resultados obtenidos. Sin embargo, hasta el momento, las competencias y funciones de los servicios de salud ambiental, dependientes generalmente de la administración sanitaria autonómica, no han sido siempre claras en relación con los ayuntamientos que disponen de servicios propios ni con las agencias o departamentos de Medio Ambiente. Tampoco se ha establecido claramente qué servicios prestar. Así por ejemplo, la implantación de las estrategias de autocontrol de actividades e instalaciones, que en general han dado buenos resultados, ha sido desigual pues coexisten con el planteamiento tradicional (más 'paternalista') de que sea la administración sanitaria quien haga directamente los controles; existen divergencias entre actividades y, para una misma actividad, no es difícil encontrar diferencias geográficas en los servicios prestados desde la administración sanitaria. Definir claramente la misión y establecer un modelo organizativo, determinando las funciones, competencias y servicios a prestar, puede evitar disfunciones y desigualdades.

No menos importante que las cuestiones anteriores es la organización de los recursos humanos. Actualmente está totalmente aceptado que la respuesta satisfactoria a problemas complejos, como los de salud ambiental, se obtiene únicamente mediante el trabajo en equipo. Pero los equipos no son algo estático. Requieren multidisciplinariedad, organizaciones sin compartimentos estancos, procesos de formación de grupos y dinámicas positivas. Es necesario impulsar todo ello, junto a políticas de personal que fomenten la motivación y la formación continua.

Con relación a las **líneas de actuación de salud ambiental**, probablemente el mayor reto sea asegurar que sean pertinentes y útiles. Ello va a depender de una serie de factores, entre los que son fundamentales los relacionados con las metodologías de trabajo, la planificación y la gestión de la información.

Sin método adecuado no es posible comprender los problemas ambientales complejos, identificar los factores de riesgo nuevos, ni valorar sus efectos en la salud de la

comunidad. Es necesario, pues, seguir desarrollando e incorporando protocolos y_metodologías con base científica, que faciliten y fundamenten la toma de decisiones, y den coherencia a las intervenciones. La salud ambiental es receptora de los resultados y avances de muchas ciencias, entre ellas la Epidemiología y la Toxicología. La evaluación de riesgos puede ser una herramienta útil, al representar una interfaz entre la epidemiología ambiental y las políticas ambientales, entre científicos y gestores.

Relacionados también con el uso de metodologías específicas, se encuentran los indicadores y la información necesaria para integrar la salud ambiental en la planificación sanitaria y en los planes de salud resultantes. Debe ser un objetivo de salud ambiental estimar el impacto en la población de los factores de riesgo ambientales, con la finalidad de plantear las actuaciones ambientales que produzcan un mayor beneficio en la salud de la comunidad. El estado de salud puede ser descrito a partir de indicadores de morbi-mortalidad, cuyo análisis conduce a determinar necesidades que se traducen en programas de intervención con objetivos definidos como reducciones en la morbilidad. Existen, sin embargo, actuaciones con relación al Medio Ambiente en las que los objetivos se definen en términos de reducción de riesgo (no como reducciones en la morbi-mortalidad), y en las que la situación actual, la deseada y las necesidades se refieren a los factores de riesgo ambientales o a otros factores determinantes de la salud. Entre la planificación sanitaria y las actuaciones ambientales han existido eslabones perdidos, que deben comenzar a cerrarse. A medida que se estimen, y se puedan comparar, los efectos en salud atribuibles a los factores de riesgo ambientales, mejor y más eficientemente podrán formularse los planes de intervención ambientales.

La última cuestión que quiero introducir está relacionada con la información. Las actuaciones sobre el Medio Ambiente son intersectoriales, y las poblaciones y otros agentes distintos a los del sector salud tienen un gran protagonismo. Sólo una buena difusión permitirá que la información generada en salud ambiental sea útil y que exista una participación activa de la comunidad. Esto no siempre es fácil. Los equipos de trabajo necesitan técnicas idóneas para comunicar a las poblaciones los riesgos para la salud, la naturaleza de las intervenciones planteadas y los resultados obtenidos. Es una necesidad común a todas las áreas de la salud pública, por su dimensión colectiva y la naturaleza sensible de sus temas que trata, que se ve agudizada por el peso e influencia de los medios de comunicación en las sociedades modernas.

BIBLIOGRAFÍA

Alonso, E.; Basterretxea, M.;Cambra, K.; Cirarda, F. B.; García Calabuig, M. A.; Ibarluzea, J. M.; Jalón, M.; Martínez, T.; Ocio, J. A. Identificación y priorización de necesidades de actuación en relación con los riesgos para la salud derivados de factores ambientales. Vitoria-Gasteiz: Departamento de Sanidad-Gobierno Vasco, 2000.

Departamento de Sanidad. Informe de Salud Pública 1998. Vitoria-Gasteiz: Servicio Central de Publicaciones del Gobierno Vasco, 2000.

Ferran Ballester Díez. Medio Ambiente Saludable: Evaluación de los objetivos 18ª 25. En: Carlos Alvarez, salvador Peiro (eds). Informe SESPAS 2000. Disponible en www.ua.es/dsp/matdocente/documents/mpysp/sespas/informe_sespas.htm

Orden de 8 de enero de 1997, por la que se establecen las comarcas de salud pública. Boletín Oficial del País Vasco. Boletín Oficial del País Vasco de 20 de enero de 1997.

Pineault, R.; Daveluy, C. La Planification de la Santé. Montréal: Éditions Nouvelles; 1995.

World Health Organization. Overview of the environment and health in Europe in the 1990s. Barckground document. London: World Health Organization; 1999

World Health Organization. The NEHAP Process in Europe. Background document. London: World Health Organization; 1999.

LA SALUD AMBIENTAL EN EL MODELO DE GESTIÓN SANITARIA ANDALUZA

ENVIRONMENTAL HEALTH POLICY IN THE ANDALUSSIAN HEALTH MANAGEMENT SYSTEM

I. Marín Rodríguez

Servicio de Salud. Delegación Provincial de la Consejería de Salud

RESUMEN

Andalucía tras la promulgación del Estatuto de Autonomía adquirió competencia exclusiva en materia de sanidad, higiene y salud pública. Tras recibir las competencias sobre atención sanitaria en 1984 se inicia el diseño del Sistema Sanitario Público de Andalucía, que culmina en el año 1998 con la promulgación de la Ley de Salud de Andalucía, optando por el desarrollo de un Sistema que reúne en un único dispositivo funcional y administrativo los recursos y las actividades de asistencia y prestaciones sanitarias con las de promoción de salud, con el objetivo de prestar una atención integral al ciudadano.

La Salud Ambiental está integrada en la estructura de Salud Pública, tanto en la Consejería de Salud como en el Servicio andaluz de Salud, se pretende en este artículo que se presentó como ponencia en el VI Congreso Nacional de Sanidad Ambiental, el describir la estructura, funciones, programas y actividades desarrolladas en el área de Salud Ambiental en la Comunidad Autónoma de Andalucía, así como realizar una valoración personal de lo que ha supuesto trabajar con este modelo.

PALABRAS CLAVE: salud pública, salud ambiental, sistema sanitario público.

ABSTRACT

According to the Spanish Autonomic Legislation, Andalussian autonomous region obttained exclusive competence and responsability on environemental sanitary conditions and disease control activitities. The desing of the Andalissian Public Health begun in 1984 and culminated with the Andalussian Health law in 1998. The system unifies, functionally and administratively, the resources and activities of healthncare delvery and health promotion in order to provide an integral care to the citizen.

The environmental health activities are integrated in the Public Helth structure. This paper, which was presented at the VI National Congress of Environmental Health, describes the structure, functions, programs and activities developed in the Environmental Health area in Andalussia.

KEY WORDS: Public health, environmental health, public health system

INTRODUCCIÓN

Andalucía alcanzó las competencias sanitarias con la promulgación del Estatuto de Autonomía en 1981, que le confiere a nuestra Comunidad competencia exclusiva en materia de sanidad, higiene y salud pública, así como el desarrollo legislativo y la ejecución de la Legislación Básica del Estado en sanidad interior. Se creó entonces para llevar a cabo esas competencias de la Junta de Andalucía, la Consejería de Salud y se empezaron a recibir las transferencias en materia de sanidad e higiene, hasta entonces dependientes de Ministerio de Sanidad y Consumo.

En 1984 se transfieren también las competencias sobre la gestión de la red de atención sanitaria de la seguridad social, y se empieza a recorrer desde entonces el camino para la constitución de lo que hoy es el Sistema Sanitario Público de Andalucía.

El Servicio Andaluz de Salud (S.A.S) se crea en 1986, como organismo autónomo de carácter administrativo de la Consejería de Salud, responsable de la gestión y la administración de los servicios públicos de atención a la salud dependiente de la Junta de Andalucía. El SAS agrupa el conjunto de dispositivos que configuran la red de atención sanitaria tanto en el ámbito de atención primaria de salud, asistencia especializada, la salud pública y en general el conjunto de prestaciones sanitarias de que disponen los andaluces, reúne todos los recursos sanitarios en un único dispositivo funcional y administrativo que inte-

Correspondencia: Isabel Marín Rodríguez. Servicio de Salud. Delegación Provincial de la Consejería de Salud. Avda. del Sur, nº 13,18014 Granada. Tf: 958-027044; fax: 958-027121
E-mail: dgrimr@csalud.junta-andalucia.es

gra los servicios y las prestaciones de asistencia sanitaria con los de promoción de salud, asumiendo el desarrollo y ejecución de las actividades y programas en materia de salud pública.

Desde el inicio de esta etapa, toda la estructura de salud pública y por tanto la sanidad ambiental, se ubicaba en el SAS, hasta que en 1992, se publica el Decreto 208/92 de Estructura Orgánica de la Consejería de Salud y el SAS que supone, en principio, un paso muy importante porque separa claramente las funciones y responsabilidades, diferenciando las que son propias de la Administración: autoridad sanitaria, planificación, aseguramiento, financiación, asignación de recursos, etc., y por tanto asumidas y desarrolladas por la Consejería de Salud, de las de gestión y provisión de recursos asumidas por el SAS y las empresas públicas destinadas a la provisión específica de servicios sanitarios.

La promulgación de la Ley 2/98 de Salud de Andalucía ha definido EL SISTEMA SANITARIO PÚBLICO DE ANDALUCÍA como el conjunto de recursos, medios y actuaciones de las Administraciones Sanitarias Públicas de La Comunidad Autónoma (o vinculadas a la misma) orientadas a satisfacer el derecho a la protección de la salud a través de la promoción, la prevención y la atención sanitaria. El vincular al sistema sanitario otras administraciones ha significado un cambio muy importante en nuestra Organización en cuanto a la definición de competencias y funciones, ya que ha completado las contempladas en la Ley General de Sanidad y ha consolidado el papel de los Municipios en el marco de las competencias que ya tenían atribuidas, no sólo en materia de salud pública sino también en cuanto a provisión y gestión de servicios sanitarios. De especial relevancia ha sido esta decisión en el ámbito de la Salud Pública, ya que también ha recaído en los Ayuntamientos el régimen sancionador en los expedientes cuya sanción propuesta no supera los 15.025,30 euros (2.500.000 pts.)

ESTRUCTURA

La estructura de la Consejería de Salud se publica en el Decreto 245/2000 por el que se establece la nueva estructura Orgánica de la Consejería de Salud, el objetivo es adaptar la organización sanitaria a los principios que establece la Ley de Salud de Andalucía y separar claramente la competencia de Autoridad Sanitaria Pública con la de Gestión y Provisión de Servicios de Salud.

Las actuaciones de Salud Ambiental se incluyen dentro de las de salud pública, tanto en el nivel central, como provincial y de Distrito Sanitario de Atención Primaria, existiendo una estructura específica en cada una que se comentan a continuación:

En los Servicios Centrales de la Consejería de Salud, dependiendo de la Viceconsejería, la Dirección General de Salud Pública y Participación asume las competencias que la normativa le confiere a la Consejería en cuanto a la planificación, programación, dirección y coordinación de las competencias en materia de promoción y protección de la salud, y la evaluación de riesgos ambientales así como la intervención pública y la autoridad sanitaria en esta materia. La estructura de sanidad ambiental bajo la figura del Coordinador General de Salud Ambiental y Alimentaria se radica en el Sector de Salud Ambiental que cuenta con las Secciones de Riesgos Ambientales y de Saneamiento Ambiental para llevar a cabo las competencias ya mencionadas.

El SAS en los Servicios Centrales, en Sevilla, carece de estructura orgánica específica de Salud Ambiental, el referente más cercano podría ser el servicio que gestiona la dirección técnica de los programas, aunque en realidad se ocupa casi fundamentalmente de programas relacionados con la asistencia sanitaria. Sí se realiza en la estructura central del SAS la planificación y la dimensión de las plantillas de efectivos que trabajan en Salud Pública en el ámbito del Distrito Sanitario de Atención Primaria (Figura 1).

ORGANIGRAMA DE LA SALUD AMBIENTAL EN LA CONSEJERÍA DE SALUD

Figura 1

El referente de la Consejería en la provincia es la Delegación Provincial, que ostenta la representación administrativa y ejerce las competencias de la Consejería en dicho ámbito, la estructura de salud pública se residencia en el Servicio de Salud que tiene como una de sus Secciones la de Salud Ambiental, compartiendo organigrama con las Secciones de Sanidad Alimentaria, Vigilancia Epidemiológica y Programas de Salud. (Figura 2).

Figura 2

El SAS no tiene referente provincial pero sí una estructura organizada en lo que podría asimilarse a comarcas, son los Distritos de Atención Primaria que cuentan con coordinadores/as de Salud Ambiental, que tras la publicación de Decreto 245/2001 publicado el pasado 27 de noviembre se han reconvertido en los nuevos técnicos de Salud de Atención Primaria, en la categoría de Sanidad Ambiental. Sus funciones se describen en el Decreto como asesores técnicos en la identificación, caracterización, vigilancia, control y evaluación de los efectos sobre

la salud de los factores de riesgos ambientales, y en la planificación, ejecución y evaluación de los programas y actividades de sanidad ambiental. Para ello coordinan las actuaciones de los farmacéuticos y veterinarios integrados en el Cuerpo Superior Facultativo de Instituciones Sanitarias de la Junta de Andalucía, que desarrollan el trabajo en el nivel local, ya que es en las Zonas Básicas de Salud (Z.B.S.) dónde el Decreto195/85 que establece la estructura de la Atención Primaria en Andalucía, determinó que las ZBS tendrán entre sus funciones llevar a cabo los programas de Sanidad Ambiental (Figura 3).

Figura 3

A pesar de no existir ninguna línea jerárquica o funcional de la Delegación Provincial de la Consejería de Salud con los Distritos Sanitarios, se trabaja de forma coordinada, de tal manera que los programas de salud ambiental aunque operativamente se desarrollan por personal adscrito al SAS en los Distritos, se coordinan y se evalúan desde el nivel provincial.

RECURSOS HUMANOS

Desde que en 1953 se publicó el Decreto que aprobaba el Reglamento de Sanitarios locales, que establecía los partidos farmacéuticos como ámbito laboral de los farmacéuticos titulares, no se habían producido cambios en su denominación y situación administrativa a pesar de la evolución que ha sufrido la estructura de salud pública en nuestra Comunidad y que dichos funcionarios con la creación de los Distritos Sanitarios pasaron a adscribirse a los mismos, manteniendo no sólo la denominación de titulares, sino también el modelo retributivo y la posibilidad de titularidad de una oficina de farmacia. Los veterinarios titulares, sin embargo, habían sido objeto de reestructuración en el año 1990, con cambio de modelo retributivo, adscripción a los Equipos Básicos de Atención Primaria (EBAP) y cambiando su denominación por la de veterinario de Equipo Básico de Atención Primaria (VEBAP).

La Ley que llamamos de acompañamiento de los presupuestos de 1998 creó el Cuerpo Superior Facultativo de Instituciones Sanitarias de la Junta de Andalucía, especialidades de farmacia y veterinaria, incluyéndolo en el grupo A de funcionarios de la Junta de Andalucía, decretándose a continuación las plantillas orgánicas, las funciones y retribuciones y pasando a denominarse Grupo A4, se les fija un complemento de destino del nivel 24 y un complemento específico que engloba conceptos como dificultad técnica, responsabilidad, incompatibilidad y peligrosidad o penosidad.

Se adscriben directamente al Dispositivo de Apoyo Específico de los Distritos Sanitarios y se encuentran sometidos al ser funcionarios a la Ley de Función Pública de la Junta de Andalucía.

En el caso de los farmacéuticos, a los funcionarios de carrera se les concedió un plazo de dos meses para considerar su integración en el nuevo Cuerpo A4, y si esto sucedía se le autorizaba un plazo de 18 meses para el traspaso de su oficina de farmacia, si no se ejercía el derecho a esta opción se mantendría el antiguo régimen de funciones y retribuciones pero su ámbito laboral ya no es el partido farmacéutico sino el Distrito.

Se han creado en la Comunidad 360 plazas de la especialidad en farmacia y 418 de especialidad veterinaria, la mayoría de estas plazas se encuentran cubiertas con carácter interino, por lo que se han incluido en la oferta de empleo público del año 2001 y se acaban de celebrar las pruebas selectivas.

A estos efectivos le sumamos los 41 Técnicos de Salud del Distrito en los que se han reconvertido los coordinadores de Distrito que se han incorporado como personal estatutario de las Instituciones Sanitarias del SAS y los funcionarios que trabajan en las Unidades de Salud Ambiental en Delegaciones y Consejería.

FUNCIONES

Las funciones que se realizan desde las estructuras de Salud Ambiental vienen determinadas por el control de los riesgos que puede conllevar la interacción del hombre con su medio, por lo tanto, se trata de identificarlos, prevenirlos, gestionarlos y evitarlos, en definitiva se ejerce la vigilancia y el control del impacto que en términos de salud, puede generar en la población los factores de riesgo ambientales

La identificación de los riesgos supone su conocimiento, para eso es fundamental el diseño de redes de vigilancia que abarquen todo el ámbito de la Comunidad Autónoma y que sean capaces de correlacionar los datos ambientales con los epidemiológicos, pero además con capacidad de conexión con otros departamentos no sanitarios como Medio- Ambiente, Protección Civil, Economía, Administración Local, etc.

Para llevar a cabo estas actividades se diseñaron desde el inicio de la Consejería Programas Sanitarios de Control del Medio que tuvieron la consideración de “pioneros” con relación a otras áreas y que empezaron a desarrollarse a mitad de los años 80, con el tiempo se han ido consolidando, a la vez que se han generado nuevas líneas de trabajo que habrán de hacerlo en los próximos años.

PROGRAMAS DE CONTROL AMBIENTAL

Tienen como objetivo:

- Establecer redes de vigilancia ambiental.
- Identificar los aspectos medioambientales que pueden incidir negativamente en la salud publica y contribuir a su corrección.
- Generar información al ciudadano de los riesgos detectados que puedan afectar a su salud.

Los Programas establecidos son:

- Programa de aguas potables.
- Programa de Vigilancia sanitaria de las Aguas y Zonas de Baño de Carácter Marítimo.
- Programa de Vigilancia sanitaria de las Aguas y Zonas de Baño de Carácter Continental.
- Programa de Establecimientos Públicos no Alimentarios(Colegios, piscinas, camping, Parques acuáticos, alojamientos, balnearios, etc. incluido el subprograma de control de Legionelosis).
- Fauna y Salud.
- Programa de Control de Plaguicidas.
- Programa de Seguridad química.

OTRAS ACTIVIDADES

- Gestión de Denuncias.
- Participación en Comisiones con distintos Organismos.
- Asesorías e Informes
- Participación en Gestión de Alertas

NORMATIVA AUTONÓMICA

Como herramienta de trabajo complementaria a la normativa Estatal y en virtud de lo establecido en el Estatuto de Autonomía, se ha desarrollado por la Comunidad Autónoma normativa propia de apoyo al cumplimiento de los programas, no todas las señaladas han sido promulgadas por la Consejería de Salud, pero sí son de aplicación a las actividades de salud ambiental:

AGUAS POTABLES

- Decreto 32/85 sobre fluoración de aguas potables.
- Orden de 25 de enero que regula los requisitos técnicos de fluoración del agua de consumo público.
- Decreto 120/91 por el que se aprueba el Reglamento de suministro domiciliario de agua.
- Resolución de 12 de diciembre de 1997 de la Dirección Gral. De Producción agraria por la que se hace público el Código de Buenas Prácticas Agrarias de Andalucía para la protección de las aguas contra la contaminación por nitratos.
- Decreto 261/98 por el que se designan las zonas vulnerables a la contaminación por nitratos procedentes de fuentes agrarias en la Comunidad Autónoma Andaluza.
- Decreto 146/95 por le que se regula la autorización a excepciones a la concentración máxima admisible de parámetros en las aguas potables de consumo público y se crean las Comisiones provinciales de Calificación de aguas potables de consumo público.
- Decreto 244/95 por el que se aprueba el modelo de Libro Oficial de Registro de Controles y Analíticas e Incidencias de los abastecimientos de aguas potables de consumo público y regula su tenencia y uso.

MEDIOAMBIENTE ESCOLAR

- Decreto 74/85 por el que se establecen les acciones de salud escolar en los centros docentes no universitarios de la Comunidad Autónoma Andaluza.
- Orden de 16 de diciembre de 1985 que desarrolla el Decreto 74/85 en lo referente al examen de salud escolar y control del medio ambiente escolar.

CALIDAD DE LAS AGUAS DE BAÑO

- Orden de 1 de julio por la que se aprueba el reglamento de señalización de playas.
- Decreto 14/96 por la que se aprueba el Reglamento de la calidad de las aguas litorales.
- Orden de 14 de febrero de 1997, que desarrolla el decreto 14/96, por la que se clasifican las aguas litorales de Andalucía y se establecen objetivos de calidad de las aguas afectadas directamente por los vertidos.
- Decreto 194/1998 por el que se aprueba el Reglamento sobre vigilancia higiénico-sanitaria de las aguas y zonas de baño de carácter marítimo.

CONTROL DE PLAGUICIDAS

- Resolución de 30 de noviembre de 1993 de la Dirección General de Agricultura y Ganadería por la que se dictan normas para el registro de establecimientos y servicios plaguicidas.
- Resolución de 4 de marzo de 1994 de la Dirección General de Agricultura y Ganadería por la que se complementa la Orden de 30 de noviembre de 1993.
- Resolución de12 de abril de 1994 de la Dirección General de Agricultura y Ganadería por la que se dictan normas para el libro Oficial de Movimiento de plaguicidas peligrosos.
- Decreto 8/95, de 24 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de Desinfección, Desinsectación y Desratizaciones sanitarias.
- Decreto 260/98, de 15 de diciembre, por el que se establece la normativa reguladora de la expedición del carné para la utilización de plaguicidas.

CONTROL DE ESTABLECIMIENTOS PÚBLICOS NO ALIMENTARIOS

- Decreto154/87 sobre ordenación y clasificación de campamentos de turismo de Andalucía.
- Decreto 244/98, de 28 de junio, por el que se aprueba el Reglamento de Parques Acuáticos al aire libre de la Comunidad Autónoma Andaluza.
- Decreto 23/99, de 23 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento Sanitario de Piscinas de uso Colectivo.
- Decreto 45/2000, de 31 de enero, sobre la organización de acampadas y campamentos juveniles en Andalucía.

DENUNCIAS

- Ley 7/94 de Protección Ambiental.
- Ley 2/98 de Salud de Andalucía.

OTROS INSTRUMENTOS DE GESTIÓN

- **Plan Andaluz de Salud (PAS)**

En 1993 se aprueba el I PAS que recogía el mandato de la Ley General de Sanidad y se constituía como la guía directora de la política sanitaria de la comunidad durante los 4 años de vigencia. En febrero de 1999 el consejo de Gobierno aprobó el II PAS que con el visto bueno del Parlamento establece una serie de objetivos para ser llevados a cabo entre 1999 y 2002 y que en Salud Ambiental se plasman en tres grandes áreas:

1. Reducción del número de brotes epidémicos de transmisión hídrica con respecto al período anterior.
2. Colaboración con los municipios mayores de 20000 habitantes en la reducción de la contaminación acústica.
3. Reducción del número de intoxicaciones agudas por productos químicos con relación al anterior período.

- **Contratos- Programa**

La Consejería le define anualmente al proveedor de servicios (SAS) en función de las líneas que definen su política sanitaria, los principios generales, los objetivos y estrategias a desarrollar en el tiempo establecido. Aunque históricamente se recogen en mucha mayor proporción objetivos para la actividad asistencial, van incorporándose año tras año un número importante de objetivos en salud pública.

En Salud Ambiental se han definido dentro de las líneas de acción de políticas de salud los objetivos prioritarios sobre:

El SAS analizará la normativa actualizada en el área de la gestión ambiental en el primer trimestre del 2002 y desarrollará los procedimientos contenidos en ellas en todos sus centros.

Se garantizará en todos los centros la aplicación de la normativa sobre prevención y control de legionelosis

A lo largo del año los centros sanitarios habrán iniciado el proceso de acreditación por la norma 14001 para la gestión de sus residuos.

NUEVOS RETOS

Nos encontramos ante una nueva etapa en la forma de llevar a cabo nuestras actuaciones, una vez consolidado el trabajo por programas nos encontramos con nuevas formas de organizar nuestras actividades:

- **Planes de calidad: Guía de Procesos Integrados**

Es una prioridad de la Consejería de Salud el introducir la gestión por procesos como una herramienta encaminada a conseguir objetivos de calidad total, en Salud Pública va a suponer un cambio en la metodología de trabajo que nos llevará a reestructurar los anteriores programas. Están en fase de aprobación y trabajados con esta nueva metodología, entre otros, los Programas de Vigilancia y Control del Riesgo Químico, Fauna y Salud, Vigilancia y Control del Riesgo Derivado de la Exposición a Plaguicidas, Aguas Potables, etc.

Esta nueva metodología de llevar a cabo los programas aún en Salud pública está por realizar y sin duda nos va a suponer un nuevo esfuerzo, empezando por implicar a los profesionales en esta forma de gestión.

- **Sistema de alerta**

Existe en Andalucía desde el año 1992 la "Red de Alerta Sanitaria" que gestiona durante las 24 horas las alertas sanitarias detectadas por los profesionales del Sistema Sanitario con una vertiente epidemiológica y que convive en paralelo con las distintas redes de alerta integradas en la Consejería, se proyecta llevar a cabo a lo largo del año 2002 el integrar los distintos procesos de alerta sanitaria con repercusiones en Salud Pública en un sistema integral que incluya alertas por enfermedades, fármacos, productos sanitarios y otras situaciones de emergencia.

- **Gestión de crisis en salud pública**

Parece inevitable que los riesgos que emergen en Salud Ambiental cursen con la característica común de generar alarma social y gran interés por parte de los medios de comunicación, (legionelosis, radiaciones ionizantes y antenas de telefonía móvil, trihalometanos en aguas de consumo, esporas de antrax y un largo etc.) debe ser por tanto un objetivo en nuestra Organización el formar a los técnicos en la gestión de crisis en salud ambiental.

¿QUÉ HA SUPUESTO TRABAJAR CON ESTE MODELO?

1. La posibilidad de integración en los Equipos Básicos de Atención Primaria de los farmacéuticos y veterinarios que trabajan en salud ambiental y que los profesionales dedicados a la asistencia sanitaria conozcan y colaboren en sus tareas.

2. Los directivos y gestores sanitarios en nuestra Comunidad gestionan también las actividades de salud pública, se le piden responsabilidades y negocian sus objetivos en los Contratos-Programa.

3. Las innovaciones en gestión que se establecen para la actividad asistencial llegan también a nuestro ámbito laboral.

4. Es evidente que los recursos destinados a salud pública son mucho menores que los dedicados al Área Asistencial, y esto genera desequilibrio de poder en la Organización Sanitaria por lo que seguramente habrá muchos aspectos a mejorar. No obstante, quince años con este modelo de gestión integrada nos ha potenciado, de forma lenta pero progresiva, en nuestro Sistema Organización.

BIBLIOGRAFÍA

Decreto 35/1981, de 22 de junio, de la Junta de Andalucía, por el que se asigna las competencias transferidas en materia de salud Pública a la Consejería de Sanidad y Seguridad Social (BOJA de 31 de julio).

Ley Orgánica 6/1981, de 30 de diciembre, estatuto de Autonomía de Andalucía (BOJA 1 de febrero de 1982).

Decreto 40/1984, de 29 de febrero, de la Junta de Andalucía, por el que se le asignan a la Consejería de Salud y Consumo las competencias transferidas por la Administración Central respecto a la prestación médico-farmacéutica de la Seguridad social gestionada por el INSALUD (BOJA 15 de marzo).

Decreto 195/95, de 28 de agosto, sobre ordenación de los servicios de atención primaria de salud en Andalucía (BOJA de 14 de septiembre)

Ley 8/1986, de 6 de mayo, del Servicio andaluz de Salud (BOJA de 10 de Mayo).

Decreto 208/1992, de 30 de diciembre, de estructura Orgánica de la Consejería de Salud y el servicio Andaluz de Salud, modificado parcialmente por Decreto 155/1994, de 10 de agosto (BOJA de 13 de agosto)

Ley 8/1997, de 23 de diciembre, por la que se aprueban medidas en materia tributaria, presupuestaria, de empresas de la Junta de Andalucía y otras entidades, de recaudación, de contratación, de función pública y de fianzas de arrendamientos y suministros (BOJA de 31 de diciembre).

Ley 2/1998, de 15 de junio, de Salud de Andalucía (BOJA de 4 de julio)

Resolución de 26 de octubre de 2001, del Servicio Andaluz de Salud, por la que se convocan pruebas selectivas para ingreso en el cuerpo en el Cuerpo Superior Facultativo de Instituciones Sanitarias de la Junta de Andalucía, de la Especialidad Farmacia y Especialidad Veterinaria (BOJA 8 de noviembre)

Decreto 245/2001, de 6 de noviembre, por el que se crea la categoría de Técnico de Salud de Atención Primaria en el servicio Andaluz de Salud (BOJA de 27 de noviembre)

Consejería de Salud. Dirección General de Salud Pública y Participación. "II Plan Andaluz de Salud" Sevilla: Junta de Andalucía, 1996.

Consejería de Salud. "Guía de diseño y mejora continua de procesos asistenciales: calidad por sistema". Sevilla: Junta de Andalucía, 2001.

Consejería de Salud. "Contrato Programa Consejería –SAS 2002". Sevilla, 2002.

RIESGO QUÍMICO: ESTRATEGIAS DE INTERVENCIÓN SOCIAL

CHEMICAL RISK: STRATEGIES FOR SOCIAL INTERVENTION

A. A. Calera Rubio, E. Estefanía Blount, J. Riechmann Fernández

ISTAS –Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud- Área de Salud Laboral

RESUMEN

La producción, utilización, comercialización y emisión de sustancias químicas pone de manifiesto los fuertes vínculos existentes entre el riesgo químico en el lugar de trabajo, la salud pública y la contaminación ambiental. A pesar de ello, las políticas de gestión del riesgo químico no han sido coherentes y unificadas en las diferentes áreas (seguridad alimentaria, agricultura, salud pública, medio ambiente y salud laboral).

La Comisión de las Comunidades Europeas ha elaborado un Libro Blanco sobre la futura política en materia de sustancias químicas en el que reconoce un importante grado de descontrol. Realmente estamos ante una profunda crisis de ineficacia de las estrategias tradicionales que debían servir supuestamente para controlar el riesgo químico.

Se hace necesario utilizar estrategias diversificadas: unas destinadas a mejorar los niveles de información; otras dirigidas a la evaluación de las situaciones de riesgo y otras, de mucho mayor calado, que tengan como objetivo la evaluación de alternativas orientadas a la resolución de los problemas.

PALABRAS CLAVE:

Riesgo químico, trabajo, gestión del riesgo, Libro Blanco, principio de precaución.

ABSTRACT

Production, use, marketing and emission of chemical substances display the strong links between chemical risks at the workplace, healthcare and environmental pollution. In spite of this fact, the policies for the management of chemical risk are far from being coherent and unified in the different sectors. (Nutritional safety, agriculture, healthcare, environment and occupational health).

The Commission of European Communities (EC) has elaborated a White Document on the future policy on chemicals that recognizes the existing lack of control in this domain. We are facing a deep crisis of traditional strategies that are supposed to control chemical risks.

It becomes essential to diversify the strategies. Some of them must aim at the improvement of information, others at the assessment of risk situations and some strategies must be directed to evaluate the possible alternatives for the solution of problems.

KEY WORDS:

Chemical risk, work, risk management, White Paper, precautionary principle.

1. INTRODUCCIÓN

Se estima que un 25 % [1] de los trabajadores europeos inhalan agentes químicos en el trabajo y un 15 % manipulan sustancias o preparados peligrosos. En el mercado europeo circulan más de 100.000 sustancias químicas contenidas en un millón de compuestos diferentes. Continuamente se introducen nuevas sustancias, de toxicidad mal conocida por la insuficiente información científica en relación con la posibilidad de efectos nocivos sobre el medio ambiente y la salud a medio y largo plazo.

La producción, utilización, comercialización y emisión de sustancias químicas pone de manifiesto los fuertes vínculos existentes entre el riesgo químico en el lugar de trabajo, la salud pública y la contaminación ambiental. A pesar de ello, las políticas de gestión del riesgo químico no han sido coherentes y unificadas en las diferentes áreas (seguridad alimentaria, agricultura, salud pública, medio ambiente y salud laboral).

La Comisión de las Comunidades Europeas ha elaborado un Libro Blanco [2] sobre la futura política en materia de sustancias químicas en el que reconoce un importante grado de descontrol. Realmente estamos ante una profunda crisis de ineficacia de las estrategias tradicionales que debían servir supuestamente para controlar el riesgo químico.

Correspondencia: Alfonso A. Calera Rubio. ISTAS. C/ Cardenal Belluga, 10, Entrlo. 03005 Alicante. Telf. 965 12 42 48. acalera@istas.ccoo.es

2. MAGNITUD Y EXTENSIÓN DEL PROBLEMA

Dentro de las estadísticas oficiales de accidentes de trabajo (AT) podemos identificar las lesiones por sustancias o preparados químicos bajo el código: de forma *"Exposición a sustancias nocivas, contactos con sustancias cáusticas o corrosivas y explosiones"* o bajo el código agente material *"Químicos, Explosivos"*. Los AT recogidos durante 1999 por este último código, fueron 10.126, a los que podríamos añadir buena parte de los 9.277 casos presentes en el código polvo (básicamente sílices y sensibilizantes). Bajo los primeros epígrafes se registran 22 accidentes mortales durante ese mismo año.

Las enfermedades profesionales reconocidas durante el año 2000 en epígrafes relacionados con agentes químicos, ascienden a 2.860 [3].

Estos indicadores de daños a la salud, satisfacen solo parcialmente las necesidades de información. En este sentido la IV Encuesta Nacional de Condiciones de Trabajo [4] nos ofrece información complementaria. El 27,7% de los trabajadores estudiados, está expuesto a contaminantes químicos, ya sea por inhalación de polvos, humos, vapores, gases, etc. o por manipulación de productos nocivos o tóxicos. Si extrapolamos esta muestra a la población asalariada [5], el número de trabajadores expuestos sería de 3.227.272. El 17,1% de los trabajadores unos 2 millones, manipula en su puesto productos nocivos o tóxicos. La manipulación es más frecuente en el sector Industria (27,1%) y, dentro de dicho sector, en la rama Química.

El 19,7% de los trabajadores respira en su puesto de trabajo polvos, humos, gases o vapores nocivos o tóxicos. La inhalación es más frecuente en el sector Construcción (35,7%) aunque está muy cercano el sector Industria (34,3%). Dentro del sector Industria destaca la rama "Otras Industrias Manufactureras" (45,5%).

La III Encuesta Nacional de Condiciones de Trabajo, muestra como los trabajadores no cualificados (25,5 %) y los oficiales, operarios y artesanos (23,2 %) son las ocupaciones con mayor porcentaje de trabajadores expuestos.

Utilizando la base de datos CAREX [6] sobre exposición a cancerígenos de trabajadores en España podemos identificar: sustancias, industrias y trabajadores expuestos.

Desde hace unos meses tenemos en marcha un sistema de registro de las consultas que se gestionan en el ámbito territorial de salud laboral de CC.OO. por 120 profesionales. Este sistema, aún por desarrollar plenamente, incluye información sobre determinadas aspectos que son motivo de consulta, fundamentalmente por parte de los delegados y delegadas de prevención, habiéndose registrado a finales de septiembre unas 2700 consultas.

La exposición a riesgo (una de las categorías que se utilizan en el sistema de registro) es el tema sobre el que más consultas se realizan, suponiendo un tercio del total de las recibidas hasta el momento. De entre éstas, la exposición a sustancias químicas supone 1 de cada 5, situándose en segundo lugar pero muy cerca de los factores de seguridad. Además, el riesgo químico está presente en el resto de intervenciones y consultas, ya que impregna los contenidos de daños a la salud, evaluación de riesgos, vigilancia de la salud, etc.

Presente en todas las actividades y ramas, más allá de las actividades industriales propiamente calificadas como tóxicas, los productos que con más frecuencia son objeto de consulta son: los disolventes, pinturas y tintes; resinas, plásticos y sus componentes; elementos relacionados con procesos específicos de metalurgia, conservantes en la industria de alimentación y cancerígenos en procesos de extracción de crudos y minerales no metálicos, coquerías, refino de petróleo y producción de gas. De especial interés es la presencia en todos los sectores y ramas de los productos utilizados en las actividades de limpieza, que revela riesgos relacionados con la exposición a lejías, amoniacos, disolventes, desincrustantes y otros agentes y mezclas.

La exposición a este riesgo, muestra una tendencia ascendente en los últimos 3 a 5 años [7].

3. GESTIÓN ACTUAL DEL RIESGO QUÍMICO

¿Qué se hace para controlar un riesgo de tal magnitud? Hasta ahora la preocupación por la actual política comunitaria en materia de sustancia y preparados químicos, basada en cuatro instrumentos jurídicos importantes, ha ido aumentando [8]. Sin embargo, los resultados no se corresponden en absoluto con las intenciones.

Para empezar, todo el sistema se sustenta en el conocimiento y el derecho a la información. Es decir, debería

Sustancias de exposición más frecuentes	Trabajadores expuestos	Industrias
Sílice	405.000	Minería, canteras, túneles
Polvo de madera	398.000	Carpintería, muebles
Humos motores diesel	274.000	Talleres, transporte terrestre y marítimo
Hidrocarburos aromáticos	55.000	Refinerías, talleres, obras públicas
Benceno	90.000	Refinerías, industria química
Cromo	57.000	Metalúrgica, aleaciones, soldadura, cromados
Cadmio	16.000	Aleaciones, soldadura, pigmentos
Níquel	43.000	Aleaciones, acero, niquelado
Amianto	57.000	Fibrocemento (uralitas), textil, aislantes térmicos
Formaldehído	71.000	Plásticos y resinas, desinfectante, seda artificial

poderse identificar la composición de los productos que se utilizan y conocer su peligrosidad, para lo cual las normativas obligan a productores y suministradores a facilitar dicha información.

Este derecho a la información se revela ineficiente en la práctica, dado que como reconoce la propia Comisión Europea [1]: *"Hay un desconocimiento general de las propiedades y usos de las sustancias existentes. El proceso de evaluación del riesgo es lento, requiere numerosos recursos e impide que el sistema funcione de forma eficaz y rentable… Además de ello, la legislación vigente sólo exige información a los productores e importadores de sustancias, pero no a los usuarios posteriores en la cadena (usuarios industriales y formuladores). Así pues, resulta difícil obtener información sobre la utilización de sustancias…".* Esta confesión pone en evidencia que todo el supuesto sistema de control tiene un grado de ineficiencia importante. "*Una evaluación sistemática de las sustancias nuevas ha puesto de manifiesto que prácticamente el 70% están clasificadas como peligrosas (carcinogénicas, tóxicas, sensibilizantes, irritantes, peligrosas para el medio ambiente, etc.). Habida cuenta del gran número de sustancias existentes y suponiendo que va a ser preciso clasificar un porcentaje comparable, la confección de una lista exhaustiva y armonizada de todas las sustancias, con el planteamiento actual, no es una opción viable."* [1]

A continuación deberíamos poder conocer; usos; la dosis a la que se está expuesto, es decir, qué cantidad de sustancia está en el ambiente de trabajo y cuánta es absorbida por nuestro organismo. También aquí la Comisión Europea es pesimista indicando que "… *el procedimiento establecido ha puesto de manifiesto una falta general de información sobre la exposición a las sustancias existentes consideradas. Es más, en muchos casos, las autoridades de los Estados miembros responsables de la evaluación no pudieron determinar todos los usos que han de considerarse de dichas sustancias. Esa falta de conocimientos y el acceso limitado de las autoridades a tal información impiden la vigilancia eficaz del sector químico."* No se dispone de información cuantitativa sobre la exposición a sustancias carcinógenas, neurotóxicas o con riesgos para la reproducción [9].

Por último, si se llega a la conclusión de que una determinada sustancia supone un riesgo, debería prohibirse o limitar su uso y, en todo caso, el empresario debería estudiar la posibilidad de sustituirla o adoptar medidas de control para garantizar la protección de la salud.

Ante esta situación, derechos básicos de los trabajadores como son la información, identificación, evaluación y vigilancia de las sustancias químicas empleadas en los puestos de trabajo, se vulneran sistemáticamente ante la imposibilidad de aplicar la normativa europea actual. El conocimiento preciso de las propiedades intrínsecas de una sustancia y de la exposición derivada de un uso concreto y de su eliminación es un requisito previo indispensable para la toma de decisiones relativa a la gestión segura de las sustancias químicas. Es importante disponer de información fidedigna sobre las propiedades intrínsecas, pues éstas constituyen asimismo la base de la *clasificación* de las sustancias y preparados químicos.

Todo este panorama se complica todavía más cuando se constata que las sustancias, no se usan de forma aislada por lo que pueden dar lugar a efectos combinados aún menos conocidos que los individuales y las vías de exposición son múltiples dentro y fuera del ambiente laboral.

Recientemente se ha publicado cómo las mezclas de cuatro sustancias diferentes pertenecientes al grupo de los organoclorados aumentan el riesgo de cáncer de pulmón, efecto que no se produce cuando se utilizan por separado [10]. Es frecuente trabajar con diferentes metales pesados o disolventes y colorantes como en el caso de Ardystil, plaguicidas, desinfectantes, humos y polvos, no considerándose nunca sus efectos adictivos o no teniendo en cuenta los efectos a bajas dosis, como así lo hacen los agentes químicos que alteran nuestro sistema hormonal. "La incidencia de algunas enfermedades, como el cáncer de testículo en los varones jóvenes y las alergias, ha aumentado de forma considerable en las últimas décadas. Pese a que aún no se han determinado los causas subyacentes, la preocupación por que algunas sustancias químicas guarden una relación causal con las alergias está justificada" [1]. "Los costes inducidos por las alergias se calcula ascienden a 29.000 millones de euros al año en Europa. Se considera que las sustancias químicas desempeñan un papel de primer orden en la inducción de alergias bien directamente bien porque aumentan la sensibilidad a alergenos naturales como el polen. Así, un estudio realizado en los Estados Unidos indica que desde la década de los años 70 los casos de asma han aumentado un 40%" [1].

Por último, deben tenerse en cuenta los cambios en el escenario sociolaboral; las condiciones actuales de precariedad colocan a los trabajadores en la tesitura de tener que cambiar con frecuencia de empleo y actividad con lo que a lo largo de la vida laboral se suceden múltiples y variadas exposiciones a productos tóxicos que en muchos casos, desgraciadamente, solamente se constatarán por sus efectos mientras no se pongan en marcha nuevas estrategias eficaces de control. La relación trabajo precario y exposición a riesgo químico queda patente en la II Encuesta Nacional al identificarse como los "trabajadores cedidos por empresas de trabajo temporal" suponen el 55,6% de los expuestos según el tipo de contrato.

4. UN CASO ESPECIAL. LAS SUSTANCIAS QUÍMICAS INDESEABLES

El Libro Blanco confirma la existencia de por lo menos 1.400 sustancias químicas indeseables definidas como prioritarias (entre las que se encuentran: las sustancias carcinógenas, mutágenas, tóxicas para la reproducción, bioacumulativas, persistentes...) y señala la necesidad de su eliminación, especialmente cuando se planifica un futuro sostenible. Aunque no las prohíbe –lo cual sería deseable– desaconseja su utilización. Pero para alcanzar este objetivo no se han establecido medidas prácticas.

No propone claramente la disminución progresiva de las sustancias peligrosas prioritarias, sino que establece un "sistema de autorizaciones" que permite solo ciertos usos en determinadas familias de cancerígenos, mutágenos, tóxicos para la reproducción, persistentes, bioacumulativas y muy tóxicas. Esta opción deja muchas brechas. El control de riesgo es insuficiente para garantizar una completa protección humana y medioambiental y

por tanto no debe ser la herramienta para gestionar los usos de sustancias tan importantes. Por ejemplo los procesos de "final de tubería" y los sistemas cerrados no son garantía de 0 exposición o de 0 emisiones al medio ambiente, ya que abundan los ejemplos en los que sustancias utilizadas en estas circunstancias (PCB's) han sido detectadas en las áreas más remotas del planeta en tejidos de seres vivos. Por lo tanto "los usos industriales controlados" de las sustancias prioritarias no debe aceptarse como exención general para excluirlas del sistema de autorizaciones.

Las empresas deberían probar no solo que "se cause el riesgo mínimo o que los beneficios económicos superen los efectos adversos en la salud humana y el medio ambiente" sino también, como lo expresan muchas estrategias nacionales (por ejemplo en Suecia), deberán demostrar que dedican recursos para encontrar una alternativa factible y segura que no se encuentre disponible en el mercado. En cualquier caso, hasta que estas sustancias desaparezcan del mercado, deberían establecerse restricciones y sanciones más precisas antes de su autorización.

Por otro lado parece necesario agregarse otras sustancias a la "categoría" de autorización: sustancias sensibilizantes fuertes, así como todos los disruptores endocrinos.

A la política europea le falta coherencia con otras, como los tratados y convenios internacionales (Convención de Barcelona, Contaminantes Orgánicos Persistentes –COP's–, contaminación aérea a largo plazo) promovidas o que han sido ratificadas por la UE o muchos de los Estados Miembros, o las políticas de la UE que incluyen restricciones al uso de sustancias químicas (IPPC, estrategia sobre disruptores endocrinos, directiva sobre aguas, calidad del aire, contaminantes en los alimentos, residuos eléctricos y electrónicos…).

La mayoría de estas políticas incluyen los mismos grupos de sustancias: persistentes, bioacumulativas, muy tóxicas (CMR), o disruptores endocrinos. Por ejemplo: la Convención de Estocolmo sobre COP u OSPAR tiene el objetivo de eliminar progresivamente o aplicar mayores restricciones a un gran número de sustancias para evitar cualquier descarga o vertido involuntario al medio ambiente. Muchos países de la UE se han adherido a dichos convenios.

La sustitución de estas sustancias, será posible a través de la aplicación de los conocimientos existentes sobre alternativas más seguras conjuntamente con la investigación y desarrollo o productos más ecológicos. Esta nueva investigación debería enfocar el problema de una manera más comprensiva: cuestionando si en realidad necesitamos ciertas sustancias químicas o si debemos sustituir solo el producto o modificar el proceso, o el estudio del producto final de manera integrada en lugar de ver cada producto químico de una manera parcial y aislada.

5. ESTRATEGIAS DE INTERVENCIÓN

Para abordar socialmente un problema de contaminación química en el trabajo suele ser clarificador tener presente ciertas preguntas de tipo ético: ¿Qué es un riesgo aceptable? Aceptable ¿para quién? ¿Es aceptable admitir niveles de contaminación laboral que se consideran inadmisibles para la población general? ¿Son aceptables las objeciones o las compensaciones económicas frente al riesgo de perder la salud? ¿Son admisibles las etiquetas con un "no ha sido posible demostrar efectos adversos sobre el ser humano?".

Se hace necesario utilizar estrategias diversificadas: unas destinadas a mejorar los niveles de información; otras dirigidas a la evaluación de las situaciones de riesgo y otras, de mucho mayor calado, que tengan como objetivo la evaluación de alternativas orientadas a la resolución de los problemas.

No disponer de pruebas sobre la seguridad de una sustancia no equivale a poder afirmar que una sustancia es segura. Comprobamos a diario cómo las limitaciones del conocimiento dificultan la prevención. Se desconocen los efectos sobre la salud humana y el medio ambiente de la mayoría de las sustancias y preparados. Una vez conocidos los riesgos transcurre demasiado tiempo hasta la traslación de dicho conocimiento a la legislación, y más tiempo aún hasta que las medidas legislativas dan resultados. Sabemos de la especificidad de algunos problemas como la exposición a agentes mutágenos y cancerígenos para los cuáles no tiene sentido la aplicación de valores límites rígidos.

¿Cómo enfrentarnos a esta serie de limitaciones e incertidumbres?. Hay que cambiar de estrategia y pasar de la evaluación del riesgo a la evaluación de las alternativas.

La estrategia de evaluación del riesgo considera que aunque las sustancias químicas son peligrosas debemos convivir con ellas por lo cual de lo que se trata es de evaluar sus riesgos para establecer exposiciones seguras o, lo que es lo mismo, definir niveles de riesgo aceptables. Por el contrario, debemos dedicar verdaderos esfuerzos a la identificación de una selección amplia de sustancias, procesos y actividades alternativas que no supongan riesgo. Hay que adoptar un enfoque basado en el análisis de soluciones y la prevención en vez del análisis de problemas y, al mismo tiempo, estimular la innovación. Hay que promover decididamente la aplicación del principio de precaución antes de aceptar las nuevas tecnologías. Aplicar el principio de precaución exige combinar el uso de una ciencia rigurosa y transparente con la participación democrática y el sentido común.

Aplicar el principio de precaución

La actitud precautoria no es anti-científica, sino que plantea explícitamente la cuestión de los criterios para las decisiones políticas cuando la ciencia no ofrece una respuesta unívoca, o hay conflicto entre diferentes expertos. En rigor, siempre hemos decidido y decidiremos en condiciones de incertidumbre (la ciencia no prueba nada definitivamente, con el 100% de certeza; sencillamente, aventura las hipótesis que encajan mejor con los hechos conocidos en un momento dado). Lo que pone a la orden del día el principio de precaución son las condiciones nuevas en las que tenemos que tomar decisiones: la inaudita potencia tecnocientífica, lo lejano en el espacio y el

tiempo de los posibles impactos, la extensión de los efectos en un mundo crecientemente globalizado, los problemas de irreversibilidad, la magnitud de los posibles daños, el deterioro creciente de sistemas biosféricos fundamentales...

Acaba de celebrarse, en la ciudad estadounidense de Lowell, un importante congreso internacional sobre el principio de precaución (International Summit on Science and the Precautionary Principle, 20 al 22 de septiembre de 2001). De la Declaración final aprobada en el congreso extraemos el siguiente párrafo: *"Exigimos a los Gobiernos que pongan en práctica el Principio de Precaución a la hora de tomar decisiones sobre medio ambiente y salud humana bajo condiciones de incertidumbre, y que cambie la manera de emplear la ciencia para formular políticas públicas. Creemos que, con demasiada frecuencia, las políticas ambientales y sanitarias se basan en un principio de reacción, más que en uno de precaución. A menudo se pide a las instancias reguladoras que esperen hasta que se reúnan pruebas suficientes de daño, más allá de cualquier duda razonable, antes de actuar para evitar ese daño. Teniendo en cuenta las grandes incertidumbres y complejidades involucradas en la comprensión de los riesgos ecológicos y de salud pública, esas pruebas, las más de las veces, sólo llegan cuando se ha causado daño irreparable, infligiendo altos costes a los individuos y la sociedad."*

BIBLIOGRAFÍA

1. Paoli, P. Second European Survey on Working Conditions. Dublin: European Foundation for the Improvement of Living and Working Conditions; 1997.
2. Libro Blanco. Estrategia para la futura política en materia de sustancias y preparados químicos. Comisión de las Comunidades Europeas. COM(2001) 88 final. Bruselas 2001
3. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. Anuario de estadísticas laborales y asuntos sociales 2000. Accidentes de Trabajo y Enfermedades Profesionales. ATE-38-39-40. Epígrafes: enfermedades profesionales producidas por agentes químicos, de la piel producidas por agentes no incluidos anteriormente, por inhalación de sustancias y agentes no incluidos anteriormente y enfermedades sistémicas. Disponible en: http://www.mtas.es/Estadisticas/anuario00/ATE/Index.html .
4. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. IV Encuesta Nacional de Condiciones de trabajo. Avance de resultados. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. 2000, Disponible en: http://www.mtas.es/insht/statistics/enct_4.htm
5. EPA (Encuesta de Población Activa), cuarto trimestre 2000
6. Maqueda, J. et Al. CAREX. Occupational exposure to carcinogens in Spain in 1990-93. Helsinki: Finnish Institute of Occupational Health; 1998 .
7. INSHT. El Estado de la Seguridad y la Salud en la Unión Europea. Informe Nacional de España. INSHT; Junio 1999. p. 36.
8. Directiva 67/548/CEE del Consejo relativa a la clasificación, embalaje y etiquetado de las sustancias peligrosas, modificada [DO B 196 de 16.8.1967, p. 1].
   Directiva 88/379/CEE sobre la clasificación, envasado y etiquetado de preparados peligrosos [DOL 187 de 16.7.1988, p. 14].
   Reglamento (CEE) nº 793/93 del Consejo sobre evaluación y control del riesgo de las sustancias existentes [DO L 84 de 5.4.1993, p.1].
   Directiva 76/769/CEE del Consejo relativa a la limitación de la comercialización y el uso de determinadas sustancias y preparados peligrosos [DO L 262 de 27.9.1976, p. 201].
9. INST.. El Estado de la Seguridad y la Salud en la Unión Europea. . Informe Nacional de España. INHST; Junio 1999. p. 5.
10. Payne, J.; Scholze M., y Kortenkamp, A. Environmental Health Perspectives volumen 109, Número 4, Abril 2001.

NOTICIAS SESA

- **VI CONGRESO NACIONAL DE SANIDAD AMBIENTAL Y JUNTA GENERAL DE LA SOCIEDAD ESPAÑOLA DE SANIDAD AMBIENTAL**

En noviembre pasado se celebró el VI Congreso Nacional de Sanidad Ambiental, organizado por nuestra Sociedad y la Dirección General de Salud Pública y Consumo, del Ministerio de Sanidad de Consumo, con una importante participación de profesionales de la Salud Ambiental. Sus conclusiones se pueden consultar en la página web de SESA.

En ese marco se celebró la correspondiente Asamblea General de Socios de la SESA. Además de aprobarse los informes de la Presidenta y Secretaría, se votó, por propuesta unánime de la Junta Directiva la modificación de los Estatutos de la Sociedad, aprobándose unificar los Socios Numerarios y Agregados en una sola categoría, con igualdad de derechos y deberes en la SESA; también se aprobó la ampliación del número de miembros de la Junta Directiva hasta doce, en función del crecimiento de la Sociedad. Los nuevos Estatutos están en la página web para facilitar su consulta. A continuación, se procedió a la votación para la elección de la nueva Junta Directiva, cuyos componentes constituyen el Comité de Editorial de *Revista de Salud Ambiental*. Por último, se propuso, y así se acordó por unanimidad, nombrar a la Presidenta saliente, Carmen Riolobos Regadera, Presidenta de Honor de la Sociedad.

- **TALLER: SISTEMAS DE INFORMACIÓN EN SALUD Y MEDIO AMBIENTE. SITUACIÓN ACTUAL Y PERSPECTIVAS DE FUTURO**

Este Taller está organizado por la Sociedad Española de Epidemiología (SEE), Sociedad Española de Salud Pública y Administración Sanitaria (SESPAS) y Sociedad Española de Sanidad Ambiental (SESA), en colaboración con la Subdirección General de Sanidad Ambiental y Salud Laboral, de la Dirección General de Salud Pública y Consumo, del Ministerio de Sanidad y Consumo.

COORDINADORES:

Ferran Ballester (SEE), Lucía Artazcoz (SESPAS) y José M.ª Ordóñez (SESA)

DIRIGIDO A

Profesionales que trabajen en Salud Pública, tanto en el ámbito de los servicios como la investigación, interesados en el desarrollo de los sistemas de información sanitaria y de vigilancia de los riesgos ambientales.

OBJETIVOS

1.–Revisar la situación actual en cuanto a los sistemas de información disponibles en España sobre exposición a riesgos ambientales y su posible impacto en la salud de la población.

2.–Presentar y discutir sobre experiencias concretas tanto en el ámbito internacional, nacional como en el autonómico y local.

3.–Identificar las carencias y necesidades de información sobre exposición a riesgos ambientales.

4.–Valorar la oportunidad de la integración de dichos sistemas y fuentes de información en el Sistema Nacional de Vigilancia, así como en los desarrollados por las diferentes Comunidades Autónomas y Entidades Locales.

CONTENIDOS:

Conferencia de inauguración:
Irva Hertz Piccioto

Primera Sesión: Situación actual en España: realidades, carencias y necesidades

1.–Los Sistemas de Información y la Salud Ambiental en el marco de la Salud Pública en España.
Francisco Vargas. Subdirector General de Salud Ambiental y Laboral. MSC

2.–Valoración de los sistemas existentes y su integración en la Salud Pública.
Miguel Mata. Director del Centro Nacional de Sanidad Ambiental. Instituto de Salud Carlos III.

3.–La valoración de los riesgos ambientales en el sistema de vigilancia en España
Ferrán Martínez Navarro. Jefe del Servicio de Vigilancia. Centro Nacional de Epidemiología. Instituto de Salud Carlos III.
Moderador: Ferrán Ballester. Sociedad Española de Epidemiología

Segunda Sesión: Experiencias: **municipal, autonómica y europea**

1.–Integración de sistemas de información a nivel municipal: Barcelona.
Lucía Artázcoz. Institut Municipal de Salut Pública. Barcelona

2.–Integración de sistemas de información a nivel autonómico.
Javier García León. Jefe del Sector de Epidemiología. Consejería de Salud. Junta de Andalucía.

3.–Integración de sistemas a nivel europeo:

- Proyecto APHEIS: Sistema de información y evaluación del impacto en salud de la contaminación atmosférica
Antoni Plasencia. Director del Institut Municipal de la Salut. Barcelona

- Proyecto EUROHEIS: desarrollo de sistemas de información y herramientas para la evaluación de los riesgos ambientales
Óscar Zurriaga . Servicio de Epidemiología. Generalitat Valenciana

Moderadora: Lucía Artazcoz. Sociedad Española de Salud Pública y Administración Sanitaria.

Tercera Sesión: Necesidades y perspectivas de futuro

1.–Indicadores de salud y medio ambiente. Estudio colaborativo de la situación de salud y medio ambiente en España.
Manuel Posada, Director del Centro de Investigación del Síndrome del Aceite Tóxico y del Centro de Epidemiología Clínica Ambiental de la OMS. Instituto de Salud Carlos III.

2.–Informes específicos: el proyecto de la UNEP para la evaluación de compuestos tóxicos persistentes. ¿Un reto o una demanda?
Miquel Porta. Investigador. Institut Municipal d`Investigació Mèdica

3.–Integración del conocimiento de la investigación sobre riesgos ambientales en la práctica de la Salud Pública.
Jordi Sunyer. Investigador. Institut Municipal d`Investigació Mèdica
Moderador: José Mª Ordóñez .Sociedad Española de Salud Ambiental

FECHAS Y HORARIO

Días 18 y 19 de septiembre; día 18: 11,30 a 13.30 y 15.30 a 17.30; día 19: 11.30 a 13.30

- **CONFERENCIA NACIONAL SOBRE DISRUPTORES ENDOCRINOS (CONDE)**

Información Preliminar

La progresión en el conocimiento de las fuentes de exposición a sustancias químicas capaces de alterar el equilibrio hormonal, el incremento de compuestos químicos incluidos en los censos y listas oficiales, las dificultades en el establecimiento de criterios de clasificación y evaluación de riesgos a la salud humana y al medio ambiente, y cómo aplicar la información científica de evidencias de una asociación entre exposición y efecto, hace oportuno la convocatoria de CONDE para el último trimestre de este año. Además, la demanda por parte de la administración autonómica, nacional y europea de opiniones consensuadas por expertos en la materia y la oportunidad de constitución de consorcios de equipos multidisciplinares estructurados en redes de carácter supranacional son asuntos que deberían ser tratados en este foro científico.

Por estas razones asumimos la realización de la convocatoria de CONDE que tendrá lugar con los auspicios de la Sociedad Española de Sanidad Ambiental (SESA) y la Asociación Española de Toxicología (AET).

Fecha: 15 de Noviembre

Lugar: Universidad Miguel Hernández, Instituto de Bioingeniería. ELCHE (Alicante)

Información detallada, a partir de1 Septiembre en http://tox.umh.es.

Si deseas recibir información detallada envía un mensaje con tus datos a:

Eugenio Vilanova Gisbert (evilanova@umh.es)

VII REUNIÓN DEL GRUPO ESPAÑOL DE RADICALES LIBRES Y III REUNIÓN IBEROAMERICANA

Cáceres, 2002 del 26 al 28 de septiembre
Secretaría Científica: Dra. Mª del Prado Míguez.
Facultad de Veterinaria. Universidad de Extremadura. 10071, Cáceres (mpmiguez@unex.es) (Tlno: 927-257157)
Secretaría Técnica: www.sayco.net/radicaleslibres (congreso@sayco.net)

- **XX REUNIÓN CIENTÍFICA DE LA SOCIEDAD ESPAÑOLA DE EPIDEMIOLOGÍA: GÉNERO Y SALUD: LA VISIÓN EPIDEMIOLÓGICA**

Barcelona, 12, 13 y 14 de septiembre de 2002
Más información: http://www.imim.es/XXSEE2002/

- **JORNADA TÉCNICA SESA: PREVENCIÓN DE LA LEGIONELOSIS**

Continuando con las actuaciones de formación, se está trabajando en esta Jornada Técnica, que se realizará en la Biblioteca Regional de Castill-La Mancha, en colaboración con su Dirección General de Salud Pública, el 17 de octubre de 2002. De forma previa se enviará información a los Socios de la SESA para su asistencia. Organiza Guadalupe Martínez, vocal de la Junta Directiva y jefa de Sección de Salud Ambiental, del Instituto de Ciencias de la Salud de Castilla – La Mancha (gumartinez@jccm.es).

- **VII CONGRESO NACIONAL DE SANIDAD AMBIENTAL: LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN Y LA EVALUACIÓN DEL RIESGO**

Salamanca, junio de 2003, Organiza: Sociedad Española de Sanidad Ambiental; Dirección General de Salud Pública, de la Consejería de Sanidad de Castilla y León y Concejalía de Salud del Ayuntamiento de Salamanca

Hemos retrasado unos días la salida de *Revista de Salud Ambiental* con la idea de aportar información concreta sobre el Congreso Nacional de Sanidad Ambiental El pasado 8 de junio el Presidente y el Secretario de la Junta Directiva de la SESA nos reunimos en el Servicio Territorial de Salud de Salamanca con la Directora General de Salud Pública de Castilla y León, Rosa Valdeón Santiago; la Concejala de Salud de esta ciudad, Josefa García; el jefe del Servicio Territorial, Ricardo García de Juan; el Coordinador de Servicios de Salud Pública, Agustín Álvarez Nogal; el Jefe del Servicio de Sanidad Ambiental, Enrique Estrada y el Jefe de la Sección Municipal de Salud Pública y Consumo, Antonio Calvo. En un grato ambiente de colaboración se acordó celebrar el VII CONGRESO NACIONAL DE SANIDAD AMBIENTAL en el marco de la hermosa ciudad castellana, el próximo mes de junio de 2003.

Allí mismo quedó constituido el núcleo del Comité Organizador del Congreso con participación de todas las entidades presentes, iniciando las actuaciones para lograr una excelente reunión científica con la colaboración de otras entidades públicas y privadas, especialmente de la Comunidad Autónoma. Por parte de la Junta Directiva de la SESA, José Mª. Ordóñez y Ricardo Iglesias, vicepresidente y secretario, respectivamente, están trabajando en este Congreso desde algún tiempo y en próximas fechas se presentará el programa a los socios de SESA y a todos los interesados por la Salud Ambiental.

Como novedad con respecto a las ediciones anteriores, el Comité Organizador está programando Talleres Pre-Congreso de contenido central para la Salud Ambiental, como el de la nueva normativa sobre aguas de consumo, que coordinará nuestra compañera Marga Palau. Cualquier sugerencia y colaboración sobre el Congreso será una valiosa ayuda para todos.

- **X CONGRESO DE LA SOCIEDAD ESPAÑOLA DE SALUD PÚBLICA Y ADMINISTRACIÓN SANITARIA. INNOVAR EN SALUD**

  Santander, 28, 29 y 30 de mayo de 2003

- **XV CONGRESO ESPAÑOL DE TOXICOLOGÍA**

  Valencia, 22 al 25 de abril de 2003
  Organiza: Asociación Española de Toxicología
  Más información: http://www.uv.es/AETOX2003

- **REUTILIZACIÓN DE AGUA E INFORME SANITARIO**

Los pasados 6 y 7 de junio se celebró en Madrid el Seminario Aeas-Eureau (Asociaciones Española y Europea de Abastecimiento y Saneamiento respectivamente) sobre reutilización de agua en la Unión Europea, en el que el subdirector general del Ministerio de Medioambiente, D. Angel Cajigas Delgado, presentó el Proyecto de Normativa Española para la reutilización directa de aguas residuales depuradas, donde se establecen, entre otros, los criterios sanitarios para la reutilización de estas aguas, dándose el caso de que la autoridad sanitaria no ha intervenido en el establecimiento de estos criterios sanitario. Dicho subdirector general manifestó, ante una pregunta directa, que el informe sanitario vinculante previo a la concesión de reutilización por parte de Organismo de Cuenca competente desaparecerá o, al menos, dejará de ser vinculante, con lo que la intervención sanitaria queda totalmente desdibujada. Añadió que la publicación de esta normativa es inminente.

Cabría preguntarse cómo se puede asegurar que los riesgos para la salud van a minimizarse o incluso evaluarse, si la Administración sanitaria no ha estado presente en la elaboración de esos criterios ni va a estarlo en la aplicación de la normativa. Por otra parte, es conveniente dilucidar si se puede contravenir la Ley de Aguas (Ley 29/1.985), que en su desarrollo normativo (RD 849/1.996, por el que se aprueba el Reglamento del Dominio Público Hidraúlico, cap. III, art. 272, 4, establece que "En todos los casos de reutilización directa de aguas residuales se recabará por el Organismo de Cuenca informe de las autoridades sanitarias que tendrá carácter vinculante".

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: TILESA OPC, S. L.
C/ Londres, 17. 28028 MADRID
Tel.: 913 612 600 - Fax: 913 559 208 - E-mail: 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

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

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: TILESA OPC, S. L.
C/ Londres, 17. 28028 MADRID
Tel.: 913 612 600 - Fax: 913 559 208 - E-mail: 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.
- Cuotas: 37 € para los Socios Numerarios; 325 € para los Socios Colaboradores.

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