

Volumen V
Número 2
Diciembre 2005
Valencia

REVISTA DE

SALUD AMBIENTAL

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

TRATADO

DE

HIGIENE

EXPOSICIÓN SISTEMÁTICA DE LA HIGIENE

VIII Congreso Nacional

PARA USO DE LOS

de Sanidad Ambiental

Dr. Max Rubner

CATEDRÁTICO DE HIGIENE EN LA UNIVERSIDAD DE BERLÍN

CONSEJERO DE SANIDAD Y DIRECTOR DEL INSTITUTO DE HIGIENE

Toledo, 15-17 de junio de 2005

TRADUCIDO DIRECTAMENTE AL CASTELLANO

POR

D. RUIZ RODRÍGUEZ

PONENCIAS

DR. D. RAFAEL RODRÍGUEZ MÉNDEZ

Catedrático de la asignatura en la Universidad de Barcelona

Y

CONFERENCIAS

TOMO II

BARCELONA

JOSÉ ESPASA, EDITOR

SOCIEDAD ESPAÑOLA



DE SANIDAD AMBIENTAL

REVISTA DE SALUD AMBIENTAL

Revista de la Sociedad Española de Sanidad Ambiental

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

Dos números al año

Correspondencia científica

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

Comité de Redacción

Dirección General de Salud Pública
Av. de Catalunya, 21. 46020-Valencia

Suscripciones

Secretaría técnico-administrativa de la SESA: MasterCongresos, SL
C/ Marqués de la Valdavia, 107. 28100 Alcobendas - MADRID
Tel.: 911 10 37 53; sesa@mastercongresos.com

Precios suscripciones

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

Suscripción anual: 25 €

Ejemplar suelto: 16 €

Ejemplar doble: 28 €

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

D. L.: V-2.644-2001

ISSN: 1577-9572

ISSN: 1697-2791

Imprime: Rotodomenech, SL

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

SALUD AMBIENTAL

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

SUMARIO

PONENCIAS Y CONFERENCIAS

- Nueva política europea en productos químicos. REACH.** Raquel Fernández Sánchez, Covadonga Caballo Diéguez, Carmen Barrueco Fernández-Cuervo y Francisco Vargas Marcos 109
- Temperaturas extremas en verano. Implicaciones en salud.** Julio Díaz Jiménez y Cristina Linares Gil 113
- De ciudades saludables a ciudades sostenibles: la experiencia de Castilla-La Mancha en la Agenda Local 21.** Francisco Javier Santamarta Álvarez 118
- Los asentamientos humanos y la filosofía de la sostenibilidad.** María del Carmen Cañizares Ruiz 126
- Red Palinocam: vigilancia en Madrid del polen aerovagante.** Patricia Cervigón Morales 131
- Cianobacterias y cianotoxinas: necesidad de su control en el agua de consumo humano.** Ana M^a Cameán Fernández, Isabel Moreno Navarro, Ángeles Jos Gallego, Guillermo Repetto Kuhn, Silvia Pichardo Sánchez y Ana Isabel Prieto Ortega 137
- Evaluación toxicológica de residuos orgánicos.** Eduardo de la Peña de Torres y Óscar Herrero Felipe.... 142
- Telefonía móvil: percepción social y hechos.** Pedro Javier Galache Ríos 152
- Algoritmo de evaluación del riesgo de transmisión de 'Legionella' en instalaciones de transporte y tratamiento de masa de agua.** Paulino Pastor Pérez 157
- El esquema de aceptación europeo para productos de construcción en contacto con agua de consumo humano.** Esperanza Menéndez Méndez 167
- Retos futuros de la exposición personal a contaminantes en aire.** Pascual Pérez Ballesta 175

CONTENTS

REPORTS

- New european policy on chemical products. REACH.** Raquel Fernández Sánchez, Covadonga Caballo Diéguez, Carmen Barrueco Fernández-Cuervo y Francisco Vargas Marcos 109
- Extreme temperatures in summer time. Health implications.** Julio Díaz Jiménez y Cristina Linares Gil.... 113
- From healthy cities to sustainable cities: the Castilla-La Mancha experience in Local Agenda 21.** Francisco Javier Santamarta Álvarez 118
- The human settlements and the philosophy of sustainability.** María del Carmen Cañizares Ruiz 126
- Palinocam network: airborne pollen vigilance in Madrid.** Patricia Cervigón Morales 131
- Cyanobacteria and cyanotoxins: need for their control in water for human consumption.** Ana M^a Cameán Fernández, Isabel Moreno Navarro, Ángeles Jos Gallego, Guillermo Repetto Kuhn, Silvia Pichardo Sánchez y Ana Isabel Prieto Ortega 137
- Toxicological evaluation of organic residues.** Eduardo de la Peña de Torres y Óscar Herrero Felipe 142
- The cellular mobil telephone: social perception and real facts.** Pedro Javier Galache Ríos 152
- Legionella risk assessment in water installations.** Paulino Pastor Pérez 157
- European acceptance scheme for construction products in contact with water intended for human consumption.** Esperanza Menéndez Méndez 167
- Future challenges regarding personal exposure to air pollutants.** Pascual Pérez Ballesta 175



REVISTA DE SALUD AMBIENTAL
Sociedad Española de Sanidad Ambiental

COMITÉ DE REDACCIÓN

Director:

José Vicente Martí Boscà
Dirección General de Salud Pública
Valencia
marti_josboc@gva.es

Directores adjuntos:

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

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

Editor técnico:

Javier Parra Gasent

COMITÉ EDITORIAL

La Junta Directiva de la Sociedad Española de Sanidad Ambiental

Presidente:

José Vicente Martí Boscà

Vicepresidente:

José María Ordóñez Iriarte

Secretario:

Ricardo Iglesias García

Tesorero:

José Jesús Guillén Pérez

Vocales:

Eduardo de la Peña de Torres
María Elisa Gómez Campoy
Guadalupe Martínez Juárez
José Frutos García García
Covadonga Caballo Diéguez
Saúl García Dos Santos
María Jesús Pérez Pérez
Isabel Marín Rodríguez

Subsanar los errores

Por diversos motivos, derivados tanto de la sobrecarga de tareas del director de REVISTA DE SALUD AMBIENTAL como también de sus errores, esta publicación ha sufrido un retraso excesivo que creemos que, ahora que contamos con el apoyo de un editor profesional, Javier Parra Gasent, podemos subsanar en un periodo de tiempo razonable. Procede, por tanto y en primer lugar, pedir disculpas a los autores, pero también a los socios de la SESA y, en general, a los lectores de las ediciones en papel y electrónica de la revista. Gracias a todos por la exquisita paciencia mostrada.

Puestos a corregir errores, el primero es recuperar aquellos números y artículos que no se publicaron. Así, el conjunto más antiguo es el que el lector tiene ahora en sus manos, que corresponde a los manuscritos de los ponentes que habían remitido sus trabajos para publicar, presentados todos ellos en el VIII Congreso Nacional de Sanidad Ambiental, celebrado en Toledo del 15 al 17 de junio de 2005. Es mucho tiempo el transcurrido, pero como puede comprobarse, la mayor parte de los artículos que ahora ofrecemos siguen teniendo interés y actualidad. Otra cosa es que el respeto debido a los autores y también los acuerdos del comité editorial impliquen que este ejemplar salga con la numeración y fecha que le correspondía, aunque llegue a las manos y pantallas de los lectores demasiado tiempo después.

Confiamos cumplir el ritmo marcado de ediciones, para alcanzar a finales de 2009 la normalización de la revista. Entonces será el momento de plantear algunas mejoras muy necesarias.

José Vicente Martí Boscà
Director de REVISTA DE SALUD AMBIENTAL

NUEVA POLÍTICA EUROPEA EN PRODUCTOS QUÍMICOS. REACH

NEW EUROPEAN POLICY ON CHEMICAL PRODUCTS. REACH

Raquel Fernández Sánchez, Covadonga Caballo Diéguez, Carmen Barrueco Fernández-Cuervo y Francisco Vargas Marcos

Subdirección General de Sanidad Ambiental y Salud Laboral. Dirección General de Salud Pública. Ministerio de Sanidad y Consumo.

RESUMEN

En febrero de 2001, la Comisión Europea publicó el Libro Blanco relativo a la estrategia para la futura política en materia de sustancias y preparados químicos, que se fundamenta en una revisión del sistema comunitario actual de regulación de las sustancias y preparados químicos. Como consecuencia, el 29 de octubre de 2003, la Comisión adoptó la propuesta de Reglamento sobre registro, evaluación, autorización y restricción de las sustancias químicas (REACH). Mediante esta propuesta, además de crearse la Agencia Europea de Sustancias Químicas, se establece el sistema REACH que consta de los siguientes elementos:

- Registro, que exige a la industria que facilite información sobre sus sustancias con el objeto de conseguir una utilización segura de las mismas.
- Evaluación, que garantiza que la industria cumple sus obligaciones y evita que se realicen ensayos innecesarios.
- Autorización de sustancias con propiedades extremadamente preocupantes (CMR, PBT, disruptores endocrinos, etc.) para unos usos particulares.
- Restricción, como red de seguridad para la reducción de riesgos que no hayan sido abordados en las etapas anteriores.

Este sistema de recogida de información en varias fases permitirá conocer y reducir los riesgos derivados del uso de unas 30.000 sustancias químicas que se producen/importan en la Unión Europea en cantidad superior a una tonelada/año. La información, una vez validada, se almacenará en una base de datos y podrá utilizarse para el establecimiento de un vínculo causal entre los factores medioambientales y los efectos negativos sobre la salud derivados de la producción y utilización de los productos químicos.

PALABRAS CLAVE: REACH. Sustancia. Preparado. Químicos. Peligro. Legislación. Registro. Evaluación. Autorización. Restricción.

ABSTRACT

In February 2001 the European Commission issued a White Paper on a "Strategy for a future Chemicals Policy" based on a review of the current European Union system for regulating the dangerous substances and preparations. As a result, on 29 October 2003, the Commission endorsed a Proposal for a Regulation concerning the Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals (REACH). This proposal creates a European Chemicals Agency and establishes the REACH system with the following elements:

- Registration requires industry to obtain relevant information on their substances and to use data to manage them safely.
- Evaluation provides confidence that industry is meeting its obligations and prevents unnecessary testing.
- Authorisation of substances with properties of very high concern (CMRs, PBTs, endocrine disrupters) for particular uses.
- Restriction as a safety net to manage risks that have not been addressed previously in the system.

This system will provide information in several phases in order to know and reduce the risks derived from use of around 30,000 chemical substances that are manufactured/imported in the European Union in quantities over one ton per year. The information will be saved in a database after validation and may be used to establish a causal relationship between the environmental factors and the negative effects on health associated to the production and use of chemical products.

KEY WORDS: REACH. Substance. Preparation. Chemicals. Danger. Legislation. Registration. Evaluation. Authorisation. Restriction.

Los productos químicos forman parte esencial de nuestra vida diaria. Una buena gestión de estos productos es fundamental para lograr un desarrollo sostenible, entendido éste como “el desarrollo que asegura las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para enfrentarse a sus propias necesidades”, según la definición de la Comisión Mundial de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo.

Con el fin de alcanzar el loable objetivo del desarrollo sostenible, las organizaciones nacionales e internacionales y las legislaciones en materia de productos químicos han de garantizar un elevado nivel de protección de la salud humana y del medio ambiente.

En la Unión Europea existe legislación en el ámbito de las sustancias químicas peligrosas desde el año 1967, constituida por la Directiva 67/548/CEE del Consejo¹, de 27 de junio de 1967, relativa a la aproximación de las disposiciones legales, reglamentarias y administrativas en materia de clasificación, envasado y etiquetado de las sustancias peligrosas.

A esta legislación hay que añadir otros tres instrumentos jurídicos básicos que, junto con la directiva mencionada, conforman la actual política de prevención y control de los riesgos derivados de los productos químicos: la Directiva 1999/45/CE del Parlamento Europeo y del Consejo², de 31 de mayo de 1999, sobre la aproximación de las disposiciones legales, reglamentarias y administrativas de los Estados miembros relativas a la clasificación, envasado y etiquetado de preparados peligrosos; el Reglamento (CEE) 793/93 del Consejo³, de 23 de marzo de 1993, sobre evaluación y control del riesgo de sustancias existentes, y la Directiva 76/769/CEE del Consejo⁴, de 27 de julio de 1976, relativa a la aproximación de las disposiciones legales, reglamentarias y administrativas de los Estados miembros que limitan la comercialización y el uso de determinadas sustancias y preparados peligrosos.

La experiencia acumulada puso de manifiesto que la actual política comunitaria en materia de productos químicos no proporcionaba un grado de protección satisfactorio, debido a la dificultad de manejo y aplicación de la legislación, a la complejidad de los procedimientos y a nuevos problemas de salud surgidos en los últimos años, como por ejemplo los relacionados con los disruptores endocrinos. Por ello los ministros de medio ambiente reunidos en consejo, en Chester, en 1998, iniciaron un debate que llevó al reconocimiento, por parte de la Comisión, de la necesidad de revisar dicha política.

En febrero de 1999, la Comisión organizó una reunión para recabar ideas con más de 150 partes interesadas (responsables de la reglamentación, científicos, responsables de la industria, ONG, etc.) que proporcionaron una visión completa de los problemas y las posibles soluciones.

En junio de 1999, el Consejo adoptó una serie de conclusiones de cara a una futura estrategia comunitaria en materia de sustancias y preparados químicos, en los que se inspiraron las recomendaciones recogidas en el denominado Libro Blanco⁵ presentado por la Comisión en febrero de 2001.

Como consecuencia, el 29 de octubre de 2003, la Comisión de la Unión Europea adoptó la propuesta de Reglamento del Parlamento Europeo y del Consejo relativo al registro, la evaluación, la autorización y la restricción de las sustancias químicas y preparados químicos (REACH)⁶, que actualmente está siendo negociado en el Consejo y en el Parlamento. Para ello, el Consejo creó a finales de 2003 un grupo de trabajo *ad hoc* que se encarga del estudio del expediente.

Mediante la propuesta REACH, además de crearse la Agencia Europea de Sustancias y Preparados Químicos, se establece un sistema que consta de los cuatro elementos referidos en el título del propio Reglamento.

Las características fundamentales del nuevo sistema que se establecerá con la aprobación y posterior entrada en vigor del Reglamento REACH son:

- Sistema común para sustancias nuevas y existentes.
- De esta forma se dará fin a la clara diferenciación actual entre sustancias químicas “nuevas” y “existentes”, que están reguladas en la Unión Europea por instrumentos jurídicos distintos. Son sustancias “existentes” las sustancias químicas utilizadas en la Unión Europea antes del 18 de septiembre de 1981 y que figuran en el Inventario Europeo de Sustancias Químicas Comercializadas⁷ (EINECS). Las sustancias “nuevas” son todas aquellas que no figuran en el EINECS. Deben ser notificadas antes de su comercialización y pasan a ser registradas en la Lista Europea de Sustancias Químicas Notificadas⁸ (ELINCS).
- Traslado de la responsabilidad de la evaluación del riesgo a la industria, que queda reflejado en el texto de la propuesta, donde dice: “Corresponde a los fabricantes, importadores y usuarios intermedios garantizar que sólo fabrican, comercializan, importan o usan aquellas sustancias que no afectan negativamente a la salud humana o al medio ambiente”. La asignación inadecuada de la responsabilidad, que recae en las autoridades nacionales y en la Comisión, es uno de los principales problemas del sistema actual que ha hecho que el Reglamento (CEE) 793/93 no sea una herramienta eficaz. Además, hasta el momento, sólo se exigía información a los fabricantes e importadores, pero no a los usuarios posteriores de la cadena.
- Promoción de la innovación y la competitividad sin comprometer un alto nivel de protección. En la actualidad se notifican todas aquellas sustancias nuevas que se fabrican o importan en cantidad superior a 10 kg/año, lo que ha supuesto una barrera a la innovación.
- Introducción de un sistema de autorización hecho

a medida donde se asegure un control severo para las sustancias peligrosas.

- Incremento de la transparencia y la información, facilitando así a los consumidores información sobre las sustancias y preparados químicos para que puedan decidir, con conocimiento de causa, sobre los productos que utilizan.

REACH es un sistema de recogida de datos que permitirá obtener información y reducir los riesgos derivados del uso de unas 30.000 sustancias químicas que se producen/importan en la Unión Europea en cantidad superior a una tonelada anual. El conocimiento de las propiedades toxicológicas y de los usos de las sustancias facilitará la adopción de las correspondientes medidas de gestión del riesgo. Para ello el sistema introduce los siguientes elementos:

- **Registro** mediante el cual el productor o importador notifica a la Agencia su intención de producir o importar una sustancia y presenta un expediente con la información exigida por la legislación, con el objeto de conseguir una utilización segura de la misma. El registro será obligatorio para todas las sustancias producidas o importadas en cantidades superiores a una tonelada. El expediente de registro deberá incluir al menos la siguiente información:
 - Datos sobre identidad y propiedades de la sustancia (propiedades toxicológicas y ecotoxicológicas).
 - Usos previstos y estimación de la exposición de la población y el medio ambiente.
 - Volumen de producción previsto.
 - Propuesta de clasificación y etiquetado.
 - Ficha de datos de seguridad.
 - Evaluación preliminar del riesgo para los usos previstos.
 - Propuesta de medidas de gestión del riesgo.

Una de las novedades introducidas con respecto a la legislación existente es la obligación de realizar la evaluación de la seguridad química, que se documentará en el denominado Informe de Seguridad Química, además de la obligación de comunicar los escenarios de exposición a toda la cadena de suministro.

- **Evaluación** por parte de las autoridades o de la Agencia, con el fin de garantizar que la industria cumple sus obligaciones y evitar que se realicen ensayos innecesarios. Consistirá en un estudio minucioso de la información proporcionada por la industria y en la elaboración de un dictamen sobre el programa de ensayos adaptado específicamente a cada sustancia. Las sustancias se someterán a evaluación en función de las cantidades comercializadas y de sus características de peligrosidad intrínseca. Las sustancias persistentes, bioacumulables, carcinogénicas, mutagénicas y tóxicas para la reproducción serán evaluadas con independencia del tonelaje. En función de los resultados de la evaluación, podrá ser necesario tomar inmediatamente

medidas de seguridad y/o realizar ensayos complementarios. Así pues, las autoridades mantendrán la facultad de exigir, caso por caso, información complementaria sobre las sustancias producidas en pequeñas cantidades.

- **Autorización** concedida por las autoridades en el caso de las sustancias extremadamente preocupantes, entre ellas: sustancias carcinogénicas, mutagénicas, tóxicas para la reproducción (CMR), disruptores endocrinos, sustancias persistentes, bioacumulables y tóxicas (PBT), sustancias muy persistentes y muy bioacumulables (vPvB) y contaminantes orgánicos persistentes (POP). Esta autorización estará ligada a un uso concreto de la sustancia y deberá concederse con anterioridad a la comercialización de la misma, como tal o incorporada a un preparado, para ese uso determinado. No obstante, los usos que no susciten preocupación estarán por lo general exentos del procedimiento de autorización estos son por ejemplo los usos industriales bien controlados o la utilización en laboratorios de investigación. Las autorizaciones serán concedidas por períodos de tiempo determinados.
- **Restricción** como red de seguridad para la reducción de riesgos que no hayan sido abordados en las etapas anteriores. La restricción será el procedimiento equivalente al establecido actualmente por la Directiva 76/769/CEE de limitación a la comercialización y el uso de determinadas sustancias y preparados peligrosos, cuyas restricciones actualmente en vigor estarán recogidas en el anexo XVI del nuevo reglamento.

La Agencia y los Estados miembros velarán por el cumplimiento de REACH. Para ello se ha propuesto la creación de un foro participado por ambas partes, como elemento de coordinación e intercambio de información sobre el cumplimiento de REACH.

La Comisión y los Estados miembros están trabajando en los denominados "proyectos RIP" (REACH Implementation Projects) para la implantación del sistema. Estos proyectos serán materializados en diferentes guías técnicas que serán utilizadas como herramientas de trabajo por las partes interesadas en el procedimiento.

La información generada por la aplicación del sistema REACH, una vez validada, se almacenará en una base de datos y podrá utilizarse para el establecimiento de un vínculo causal entre los factores medioambientales y los efectos negativos sobre la salud derivados de la producción o utilización de los productos químicos.

El sistema REACH permitirá reducir la incidencia de algunas enfermedades inducidas por la exposición a los productos químicos y relacionadas con el cáncer, alergias, enfermedades respiratorias, enfermedades neurológicas. Esto, a su vez, supondrá una disminución de los costes generados por dichas enfermedades.

Los beneficios sanitarios (esperanza y calidad de vida) y medioambientales estimados por la Comisión Europea con la ejecución del Programa REACH son de 50.000 millones de euros en 30 años.

REACH es una de las propuestas legislativas de mayor alcance hechas por la Comisión hasta la fecha. El texto actual está sometido al proceso de aprobación por las instituciones de la Unión Europea. La propuesta enmendada de Reglamento REACH de la Comisión fue adoptada en primera lectura por el Parlamento Europeo el 17 de noviembre de 2005. Las enmiendas realizadas serán estudiadas en el grupo *ad hoc* de químicos del Consejo. Se espera una segunda lectura del Parlamento en 2006.

El sistema se pondrá en marcha de una forma gradual, comenzando con el registro de las sustancias con mayor volumen de producción/importación y aquéllas que susciten mayor preocupación. Se estima que en un plazo de 11 años, a partir de la entrada en vigor del reglamento, habrá finalizado el registro de las sustancias que en la actualidad son objeto del mismo.

Creemos que la propuesta de Reglamento REACH es una buena oportunidad para poder regular las sustancias químicas de forma que se asegure la protección de la salud humana y del medio ambiente, a la vez que será un marco para fomentar la innovación tecnológica y la investigación con el fin de disponer de alternativas más seguras y, en su caso, de sustitutos adecuados.

BIBLIOGRAFÍA

1. Directiva 67/548/CEE del Consejo, de 27 de junio de 1967, relativa a la aproximación de las disposiciones legales, reglamentarias y administrativas en materia de clasificación, envasado y etiquetado de las sustancias peligrosas. DOCE L núm. 196, de 16 de agosto.
2. Directiva 1999/45/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 31 de mayo de 1999, sobre la aproximación de las disposiciones legales, reglamentarias y administrativas de los Estados Miembros relativas a la clasificación, envasado y etiquetado de preparados peligrosos. DOCE L núm. 200, de 30 de julio
3. Reglamento (CEE) nº 793/93 del Consejo, de 23 de marzo de 1993, sobre evaluación y control del riesgo de sustancias existentes. DOCE L núm. 84, de 5 de abril.
4. Directiva 76/769/CEE del Consejo, de 27 de julio de 1976, relativa a la aproximación de las disposiciones legales, reglamentarias y administrativas de los Estados Miembros que limitan la comercialización y el uso de determinadas sustancias y preparados peligrosos. DOCE L núm. 262, de 27 de septiembre.
5. Libro Blanco. Estrategia para la futura política en materia de sustancias y preparados químicos. COM(2001) 88 final. Bruselas, 27.02.2001.
6. Propuesta de Reglamento del Parlamento Europeo y del Consejo relativo al registro, la evaluación, la autorización y la restricción de las sustancias químicas y preparados químicos (REACH). COM(2003) 644 final. Bruselas, 29.10.2003.
7. Commission of the European Communities. EINECS. European Inventory of Existing Commercial Chemical Substances. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities; 1987.
8. Quinta publicación de ELINCS. Lista Europea de Sustancias Químicas Notificadas. DOCE C núm. 72, de 11 de marzo de 2000.

TEMPERATURAS EXTREMAS EN VERANO. IMPLICACIONES EN SALUD

EXTREME TEMPERATURES IN SUMMER TIME. HEALTH IMPLICATIONS

Julio Díaz Jiménez¹ y Cristina Linares Gil²

¹Escuela Nacional de Sanidad. Instituto de Salud Carlos III. ²Centro Nacional de Epidemiología. Instituto de Salud Carlos III.

RESUMEN

El incremento que se ha detectado en las temperaturas estivales en los últimos años, unido las tendencias que se esperan para el clima durante el próximo siglo, hacen prever un aumento en la frecuencia e intensidad de los eventos térmicos extremos, fundamentalmente olas de calor. La clara relación existente entre la temperatura y la mortalidad, hace necesaria una cuantificación para la caracterización de los efectos esperados de la temperatura sobre la mortalidad en las denominadas olas de calor.

En este trabajo se presenta una descripción del estado del conocimiento de este problema, haciendo especial referencia a la ola de calor que asoló Europa en el verano de 2003, de cómo se han caracterizado las olas de calor y en base a ello de cuáles son las características que han de tener los planes de alerta y prevención encaminados a minimizar los efectos del calor sobre la salud de la población.

PALABRAS CLAVE: Temperatura. Mortalidad. Olas de calor. Planes de prevención.

INTRODUCCIÓN

Estudios recientes¹ han demostrado que la temperatura durante el último milenio disminuyó en 0,4 °C. Sin embargo, en los últimos cien años la temperatura a nivel global ha ascendido el doble. De hecho, durante la última década se han registrado las temperaturas máximas más elevadas desde que se tienen registros instrumentales. Para el caso de Europa, el año 2003, ha sido recientemente calificado como el más cálido de los últimos 500 años² y el 2004³ el cuarto más cálido de la historia, lo que viene a corroborar los escenarios para el cambio climático previstos par el siglo XXI⁴. En nuestro país, según el Instituto Nacional de Meteorología (INM)⁵, si se toma como referencia la serie para todo el hemisferio norte, de 1961 a 1990, se han observado cambios en las tendencias superiores a las

ABSTRACT

The increment that has been detected in summer temperatures in the last years joined to the trends expected to climate for the next century provide an increase in frequency and intensity of the extreme climate events, basically in heat waves. The undoubted relationship between temperature and mortality makes necessary a quantifying in order to characterize the expected effects of temperature over mortality particularly in heat waves.

This study show a state-of-the-art review this problem, with a special emphasis in the heat wave that Europe suffered in summer of 2003 and how the heat waves has been characterized until now. Lastly, which are the characteristics that should have the preventive measures designed to minimized the effects of heat waves over population's health.

KEY WORDS: Temperature, mortality, heat waves, preventive measures.

de nuestro hemisferio. Para el caso de la zona cantábrica, la cuenca alta del Duero y del Ebro y el Pirineo vasco-aragonés, el incremento ha sido de 1,2 °C. En la vertiente atlántica el incremento ha sido de 1,3 °C y ha llegado a 1,4 °C para la vertiente mediterránea.

Las predicciones para los próximos años, utilizando modelos de circulación general (GCM), indican un incremento uniforme durante el siglo XXI, con una tendencia media de aumento de entre 0,4 °C y 0,7 °C /década en verano. La utilización de modelos regionales, como el PROMES, muestra que para el último tercio de siglo la temperatura aumentará entre 5 °C y 7 °C en verano respecto a los valores actuales, siendo este incremento más acusado en la costa que en el interior⁶, existiendo, además, una mayor amplitud

y frecuencia de días con temperaturas extremas en la Península en verano⁷.

ASOCIACIÓN ENTRE LA TEMPERATURA Y LA MORTALIDAD

Según estudios realizados la morbilidad-mortalidad presenta una dinámica estacional caracterizada por la aparición de un máximo invernal y un pico estival de menor amplitud, aunque a veces más intenso desde el punto de vista de sus efectos en salud que el propio exceso de morbilidad-mortalidad invernal^{8,9}. El resultado de numerosas investigaciones indica que la relación entre la temperatura y la morbilidad-mortalidad suele tener forma de "U" o de "V", con una temperatura de mínima incidencia que varía de unos lugares a otros¹⁰⁻¹³ y que depende, probablemente, de la adaptación de la población al rango de temperaturas a las que se encuentra expuesta^{14,15}. La sobremortalidad invernal se explica principalmente por las enfermedades respiratorias y circulatorias, mientras que son éstas últimas las más relacionadas con el aumento de mortalidad estival¹⁶. Los grupos de más edad son los que más contribuyen a estos excesos de morbilidad-mortalidad^{13,17}.

En cuanto a la distribución temporal, el efecto del calor ocurre a corto plazo (1-3 días), mientras que el del frío suele ocurrir entre una y dos semanas después del extremo térmico^{13,18,19}, lo que es coherente con los mecanismos biológicos que subyacen^{20,21}. A modo de ejemplo indicar que la mortalidad media diaria por todas las causas, excepto accidentes, (CIE IX 1-799) registradas en la Comunidad de Madrid de 1986 a 1992, frente a la temperatura máxima diaria, presenta una relación en forma de "V" con una temperatura máxima diaria de mínima mortalidad en 30,8 °C²².

DEFINICIÓN DE OLA DE CALOR

Desde un punto de vista de los efectos en salud, no existe un criterio uniforme para la definición de ola de calor²³. Algunos autores definen estos extremos mediante un umbral en función de la temperatura del aire tanto máxima como mínima o media diaria, de un día o varios, otros autores utilizan índices (temperatura aparente, etc.) que tienen en cuenta la humedad relativa del aire^{24,25,26} o las situaciones meteorológicas a escala sinóptica²⁷.

Diversos trabajos realizados recientemente en la península Ibérica muestran la existencia de una temperatura máxima diaria a partir de la cual se observa un incremento acusado de la mortalidad. Para el caso de Madrid esta temperatura máxima diaria de "disparo de la mortalidad" es de 36,5 °C²⁸, 41°C para Sevilla²⁹, 33,5 °C para Lisboa¹⁵ (figura I) y 30,3 °C para Barcelona. En todos estos lugares esta temperatura coincide con el percentil 95 de las series de temperaturas máximas diarias durante el periodo de verano (junio-septiembre) desde 1991 a 2002. Puesto que un solo día con temperatura superior a este valor de disparo ya tiene efecto significativo sobre la mortalidad, se pro-

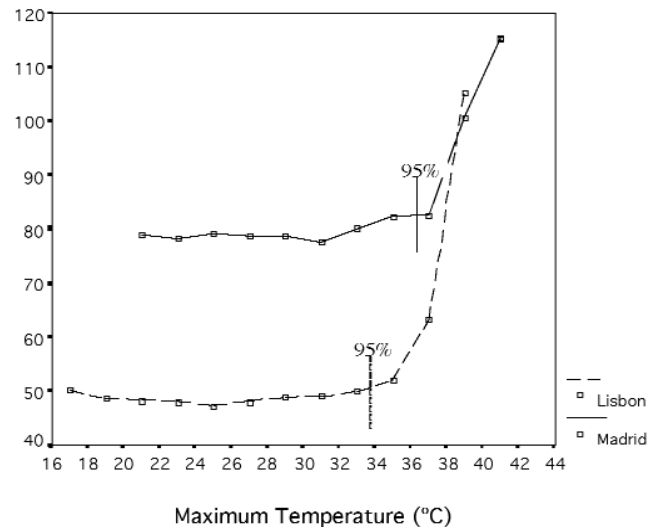


Figura I. Temperaturas umbrales de disparo de la mortalidad para las ciudades de Madrid y Lisboa.

pone definir como ola de calor aquel periodo en que la temperatura máxima diaria supere el percentil 95 de las series de temperaturas máximas diarias en el periodo junio-septiembre. La duración de la ola de calor vendrá marcada por el número de días consecutivos que se supere dicho umbral.

DEFINICIÓN DE UN ÍNDICE PARA CARACTERIZAR UNA OLA DE CALOR.

Comprobada la asociación entre la temperatura máxima diaria y los excesos de mortalidad por calor descritos anteriormente, se puede calcular, a partir de los registros de temperaturas de las estaciones meteorológicas de cada lugar, las diferentes temperaturas umbrales a partir de las cuales se producen los excesos de mortalidad. En la figura II se muestran estos umbrales según diferentes capitales de provincia, que permiten definir las olas de calor. Estos valores oscilan entre los 26,2 °C de A Coruña y los 41,2 °C de temperatura máxima diaria para Córdoba. Estos diferentes umbrales fisiológicos de adaptación indican que la mínima mortalidad ocurre a temperaturas más elevadas en las regiones más

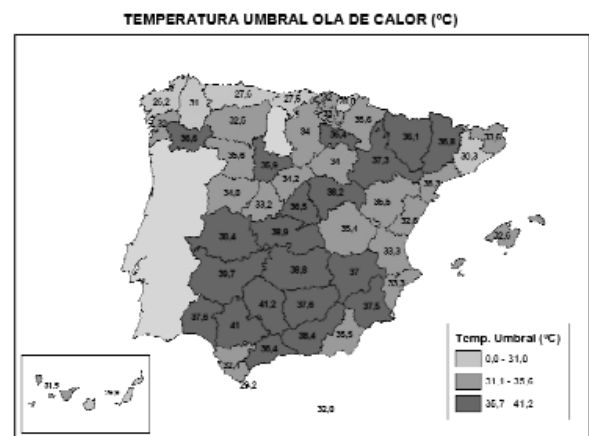


Figura II. Temperaturas umbrales de disparo de la mortalidad según capitales de provincia.

templadas¹⁴ con un mayor impacto del calor en las latitudes frías y un menor impacto en las más templadas³⁰.

Atendiendo al criterio de que es necesario conjugar no sólo los excesos de temperatura máxima diaria respecto a los umbrales anteriormente establecidos, si no también los días de duración, se puede definir un índice para caracterizar la intensidad de las olas de calor (IOC) como se indica a continuación:

$$IOC = \sum (T_{max} - T_{umbral}) \text{ si } T_{max} > T_{umbral}$$

$$IOC = 0 \quad \text{si } T_{max} < T_{umbral}$$

En las expresiones anteriores el sumatorio se extiende al periodo de tiempo que quiera caracterizarse a través del índice.

MODELOS PARA CUANTIFICAR LOS IMPACTOS DE LAS OLA DE CALOR

En este trabajo se van a exponer algunos resultados obtenidos para diversos lugares de la Península. La metodología utilizada ha sido el análisis de series temporales, que permiten cuantificar el impacto de los extremos térmicos por cada grado en el que la temperatura máxima diaria supere el umbral de cada lugar. Así, se han realizado estudios para el caso de la mortalidad asociada a las olas de calor para las ciudades de Madrid²⁸, Sevilla²⁹ y Lisboa¹⁵. A modo de ejemplo, en la tabla I se muestra el incremento de la mortalidad en mayores de 65 años asociada a cada grado en el que la temperatura máxima supere la temperatura umbral para Madrid de 36,5 °C.

De estos estudios, y de los realizados hasta la fecha, y que aparecen recogidos en un excelente trabajo de Basu y Samet³¹, se han extraído una serie de características generales en cuanto al comportamiento de las olas de calor sobre la mortalidad. Así, se sabe que la influencia de la temperatura es decisiva en el aumento de la mortalidad en los eventos térmicos extremos, si bien existen otros factores como el aumento del ozono troposférico³² y el de las partículas en este tipo de situaciones que tienen clara influencia sobre la mortalidad^{33,34}. El efecto sobre la mortalidad suele producirse entre uno y dos días después del incremento de la temperatura. Normalmente las

patologías implicadas en esos excesos de mortalidad parecen ser las circulatorias y las respiratorias, siendo el denominado “golpe de calor” una de las patologías que menos influyen en la sobremortalidad estival³⁵. Otro factor de riesgo es la edad. Se ha observado que es en el grupo de mayores de 75 años donde este efecto es máximo y que éste es mayor en mujeres que en varones en éstos grupos. No obstante, otros estudios³⁶ indican que también se produce sobremortalidad en otros grupos de edad con un patrón de comportamiento diferente en cuanto a patologías y sexos.

LA OLA DE CALOR DE 2003

Es claro, desde el punto de vista de la salud pública, que la ola de calor de 2003 ha marcado un antes y un después en la percepción de los efectos que los extremos térmicos tienen sobre la mortalidad. En la tabla II se muestran las características y efectos que esta ola de calor tuvo sobre la mortalidad en Europa.

Para el caso de España, en el que se produjo un exceso de 6.500 muertos³⁷, la ola de calor se caracterizó por temperaturas más elevadas en los lugares donde el calor es menos frecuente y donde se alcanzaron los valores más altos del índice de ola de calor durante el verano. El comportamiento del índice de intensidad de la ola de calor frente a la tasa de mortalidad de las provincias españolas de más de 750.000 habitantes muestra un carácter logarítmico³⁸, lo que viene a indicar que pequeños incrementos del índice tienen un gran impacto sobre la mortalidad y que debido en parte al efecto cosecha, existe un umbral a partir del cual el efecto se estabiliza.

FUTUROS ESCENARIOS Y ACTUACIONES

Es claro que los extremos térmicos asociados al cambio climático van a tener un efecto directo sobre la morbilidad-mortalidad. En el caso de las olas de calor este impacto se va a traducir en un aumento de la morbilidad-mortalidad asociada con los eventos extremos por calor³⁹, ya que las previsiones apuntan hacia un aumento en intensidad y en frecuencia de aparición de las olas de calor, especialmente en los primeros meses del verano⁴⁰. En esta línea, un estudio realizado para la ciudad de Lisboa⁴¹ evalúa, aunque con una incertidumbre importante, el posible incremento de la tasa bruta de mortalidad para los años 2020 y 2050. Para ello utiliza las predicciones de dos modelos climáticos regionales, así como diferentes hipótesis sobre aclimatación y evolución de

Tabla I. Porcentaje de incremento de la mortalidad por diversas causas y grupos de edad y sexo en la Ciudad de Madrid, por cada grado que la temperatura máxima diaria supera los 36,5 °C.

| Causa de mortalidad | Hombres 65-74 | Mujeres 65-74 | Hombres >75 | Mujeres >75 |
|---------------------|---------------|---------------|-------------|-------------|
| Orgánicas (%) | 14,7 | 16,2 | 12,6 | 28,4 |
| Circulatorias (%) | 9,4 | 11,7 | 6,3 | 34,1 |
| Respiratorias | 17,2 | 23 | 26,1 | 17,6 |

Tabla I. Efectos sobre la mortalidad y características de la ola de calor del verano de 2003 en Europa.

| País | Número de muertos | Periodo de cálculo defunciones | Temperatura máxima en la ola de calor | Temperatura umbral de aumento de mortalidad |
|--------------------|--------------------------|---|--|---|
| Francia | 14.802 | 4-13 agosto | 27 estaciones Tmáx. >40 °C | Tmáx. superior a 35 °C y Tmín. superior a 20 °C |
| España | 6.500 | 1 junio al 31 agosto | 19 estaciones Tmáx. >40 °C | Percentil 95 serie de Tmáx. verano |
| Portugal | 2.099 | 30 julio al 15 agosto | Tmáx. de 45,4 °C en Beja | Tmáx. >32 °C |
| Italia | 3.134 | 1 julio al 15 agosto | Tmáx. de 40 °C en Milán | Tmáx. aparente (T-humedad)>percentil 90 serie anual de Tmax aparentes |
| Inglaterra y Gales | 2.139 | 4-13 de agosto | Tmáx. de 31,5 °C Preston-Londres-Bristol | Temperatura máxima superior a 25 °C |
| Suiza | 975 | Junio-agosto | Tmáx. de 41,5 °C Norte de los Alpes | Tmáx. superior a 35 °C y Tmín. superior a 20 °C |
| Holanda | 1.400-2.200 | Junio-agosto Máximo 1-15 agosto 500 defunciones | Tmáx. de 35 °C | Tmáx. media semanal superior |
| Alemania | 7.000 | Junio-septiembre | Tmáx. 40,4 °C Bavaria | T percibida |

la población. Según este trabajo el incremento de la tasa de mortalidad relacionada con calor habría sido de entre 5,4 y 6 por cada 100.000 habitantes en el periodo 1980-1998. Entre 5,8 y 15,1 para el horizonte de 2020 y de 7,3 a 35,6 para el de 2050.

La ola de calor 2003 ha sido el punto de arranque para la puesta en marcha en Europa de planes de prevención y alerta ante este tipo de eventos que hasta entonces eran prácticamente inexistentes⁴². Es evidente que son numerosos los factores que han de tenerse en cuenta en la articulación y puesta en marcha de estos planes. En primer lugar, son de gran importancia los factores meteorológicos a escala local a la hora de predecir la ocurrencia de un determinado extremo térmico. Así, por ejemplo, las situaciones sinópticas que produjeron la ola de calor en Madrid y Lisboa durante el verano de 2003 fueron diferentes en uno y otro lugar¹⁵. Puesto que parece que el grupo más afectado ante los extremos térmicos es el de mayores de 65 años, habrá que articular las medidas de adaptación en función de la población de cada lugar. Además influyen factores asociados al desarrollo económico y cultural que pueden condicionar el impacto de los extremos térmicos. Por ejemplo, y pese al aumento de emisiones de gases de efecto invernadero asociados, ha quedado clara la influencia de los aparatos de aire acondicionado en la mitigación de los efectos de las olas de calor¹⁴. Aunque la población envejecida es, sin lugar a dudas, el colectivo más afectado, existen otros grupos como personas con diversas patologías de base que pueden ver agravadas sus dolencias. La experiencia de 2003 nos ha enseñado que personas aparentemente sanas han fallecido por causa del calor al realizar prácticas tales como hacer deporte al aire libre en horas de gran calor. A lo anterior habría que añadir la necesidad de información a la población sobre medidas básicas a seguir ante extremos térmicos y la correcta forma-

ción y adecuación de los servicios sanitarios ante posibles aumentos de las patologías relacionadas con las olas de calor y frío. Se trata de articular sistemas de alerta *in situ* ante posibles extremos térmicos. Cada ciudad necesita desarrollar un sistema diferente basado en sus condiciones meteorológicas específicas, en la respuesta de su propia pirámide de población, de su infraestructura, del entramado social y de sus recursos hospitalarios.

BIBLIOGRAFÍA

1. Amman C y Wahl E. The Hockey Stick Controversy: New Analysis Reproduces Graph of Late 20th Century Temperature Rise. <http://www.ucar.edu/news/releases/2005/ammann.shtml>.
2. Luterbacher J, Dietrich D, Xoplaki E, Grosjean M y Wanner H. European Seasonal and annual temperature variability, trends and extremes since 1500. *Science* 2004; 303:1499-1503.
3. Jones PD y Palutikof J. Global temperature record. 2005. <http://www.cru.uea.ac.uk/cru/info/warming/>
4. Stott PA, Stone DA y Allen MR. Human contribution to the European Heatwave of 2003. *Nature* 2004; 427:332-336.
5. Instituto Nacional de Meteorología. Aspectos climatológicos en relación con el exceso de temperatura. Verano 2005. http://www.inm.es/web/sup/ciencia/divulga/verano2005/asp_clim.pdf.
6. Moreno JM (Ed). Evaluación Preliminar General de los Impactos en España por Efecto del Cambio Climático. Ministerio de Medio Ambiente, Madrid (en prensa). <http://ecce.uclm.es>
7. Castro M de, Martín-Vide J, Alonso S. El clima de España: pasado, presente y escenarios de clima para el siglo XXI. En J.M. Moreno (Ed). Evaluación Preliminar General de los Impactos en España por Efecto del Cambio Climático. Ministerio de Medio Ambiente, Madrid (en prensa). <http://ecce.uclm.es>

8. Mackenbach JP, Kunst AE, Looman CWN. Seasonal variation in mortality in The Netherlands. *Journal Epidemiology Community Health* 1992; 46: 261-265.
9. Alderson MR. Season and mortality. *Health Trends* 1985; 17:87-96.
10. Kunst AE, Looman CWN, Mackenbach JP. Outdoor air temperature and mortality in The Netherlands: a time series analysis. *American Journal Epidemiology* . 1993; 137: 331-341.
11. Sáez M, Sunyer J, Castellsagué J, Murillo C, Antó JM. Relationship between weather temperature and mortality: a time series analysis approach in Barcelona. *International Journal of Epidemiology*. 1995; 24: 576-582.
12. Ballester F, Corella D, Pérez-Hoyos S, Sáez M, Hervás A. Mortality as a function of temperature. A study in Valencia, Spain 1991-1993. *International Journal Epidemiology*. 1997; 155: 80-87.
13. Alberdi JC, Díaz J, Montero JC, Mirón IJ. Daily mortality in Madrid community 1986-1992: Relationship with meteorological variables. *European Journal of Epidemiology* .1998;14: 571-578.
14. Curreiro FC, Heiner KS, Samet JM, Zeger SL, Strug L, Patz JA. Temperature and mortality in 11 cities of the Eastern of the United States. *American Journal Epidemiology*. 2002; 155: 80-87.
15. García R, Díaz J, Trigo RM, Hernández E, Dessai S. Extreme summer temperatures in Iberia: health impacts and associated synoptic conditions. *Annales Geophysicae*. 2005; 23:239-251.
16. Alberdi JC, Díaz J. Modelización de la mortalidad diaria en la Comunidad de Madrid 1986-1991.1997; *Gaceta Sanitaria* 11: 9-15.
17. Ballester F, Michelozzi P, Iñiguez C. Weather, climate and public health. *Journal Epidemiology Community Health*. 2003; 57: 759-760.
18. Braga AL, Zanobetti A, Schwartz J. The time course of weather-related deaths. *Epidemiology*. 2001; 12: 662-667.
19. Díaz J, García R, Prieto L, Linares C, López C. Mortality impact of extreme winter temperatures. *International Journal of Biometeorology*. 2005; 49: 179-18.
20. Huynen MM, Martens P, Scram D et al. The impact of heat waves and cold spells on mortality rates in Dutch population. *Environmental Health Perspectives*. 2001; 109: 463-470.
21. Havenit G. Interaction of clothing and thermoregulation (review). *Exog Dermatology*. 2002; 1: 221-268.
22. Díaz J, López C. Health impact of thermal extremes in Iberia: analysis and trends. CASH Workshop on Vulnerability to Thermal Stresses, 5-7 may 2003. Freiburg. Germany.
23. World Health Organization. Heat waves: risks and responses. *Health and Global Environmental Change*. 2004. Series No.2.
24. Nakai S, Itoh T, Morimoto T. Deaths from heat-stroke in Japan 1968-1994. *International Journal of Biometeorology*. 1999; 43: 124-127.
25. Smoyer KE. A comparative analysis of heat-wave associated mortality in St. Louis, Missouri – 1980 and 1995. *International Journal of Biometeorology*. 1998; 42: 44-50.
26. Jendritzky G, Staiger H, Bucher K, Graetz A, Laschewski, G. The Perceived Temperature. Internet workshop on windchill. April 3-7.2000.
27. Kalkstein, LS. A New approach to evaluate the impact of climate on human health. *Environmental Health Perspectives*. 1991; 96: 145-150.
28. Díaz J, Jordán A, García R, López C, Alberdi JC, Hernández E, Otero A. Heat waves in Madrid 1986-1997: effects on the health of the elderly. *International Archives of Occupational and Environmental Health*. 2002;75: 163-170.
29. Díaz J, García R, Velázquez de Castro F, Hernández E, López C, Otero A. Effects of extremely hot days on people older than 65 years in Seville (Spain) from 1986 to 1997. *International Journal of Biometeorology*. 2002; 46: 145-151.
30. Davids RE, Knappenberg PC, Novicoff MM, Michaels PJ. Decadal changes in heat-related human mortality in 11 cities of the Eastern of the United States. *Climate Research* 2002; 22: 175-184.
31. Basu, R and Samet JM. Relation between elevated ambient temperature and mortality: a review of the epidemiological evidence. *Epidemiology Review* 2002; 24: 190-202.
32. Ordóñez C, Mathis H, Furger M, Henne S, Hüglin C, Staehelin J, Prévôt ASH. Changes of daily surface ozone maxima in Switzerland in al seasons from 1992 to 2002 and discussion of summer 2003. *Atm Chem Phys Discuss* 2004; 4: 7047-7088.
33. Sartor F, Snacken R, Demuth C, Walckiers D. Temperature, ambient ozone levels, and mortality during summer 1994 in Belgium. *Environmental Research* 1995; 70:105-113.
34. Díaz J, García R, Ribera P, Alberdi JC, Hernández E, Pajares MS, Otero A. Modeling of air pollution and its relationship with mortality and morbidity in Madrid, Spain. *International Archives Occupational Environmental Health*. 1999; 72:366-376.
35. Botelho J, Catarino J, Carreira M, Nogueira PJ, Caldo R, Paixao EJ et al . Onda de Calor de 2003 : o seus efeitos sobre a mortalidade de populacao portuguesa. *Direccao Geral de Saude*. Lisboa. Abril 2004.
36. Díaz J, García-Herrera R, Paredes D, Linares C. The effect of extreme temperatures on daily mortality in Madrid (Spain) for the 45-64 age group. 2005 *International Journal Biometeorology*. En Prensa.
37. Martínez F, Simón-Soria F, López-Abente G. Valoración del impacto de la ola de calor del verano de 2003 sobre la mortalidad. *Gaceta Sanitaria* 2004; 18:250-258.
38. Díaz J, García-Herrera R, Trigo RM, Linares C, Valente MA, De Miguel JM, Hernández E. The impact of summer 2003 Heat wave in Iberia: How should we measured it? *International Journal Biometeorology*. 2005. En Prensa.
39. Hulme et al. Climate Change scenarios for the United Kingdom: the UKCIPO2 scientific report . Norwixh, Tyndall Centre for Climate Change Research, School of Environmental Sciences, University of East Anglia. 2002.
40. McGeehin MA, Mirabelli M. The potential impacts of climate variability and change on temperature related morbidity and mortality in the United States. *Environmental Health Perspectives*. 2001; 109 (suppl 2): 185-189.
41. Dessai S. Heat stress and mortality in Lisbon. Part II: an assessment of the potential impacts of climate change. *International Journal of Biometeorology*. 2003; 48:37-49.
42. Pirard P. Heat wave: a climatic deadly phenomena that can be prevented. *Enfermedades Emergentes* 2003; 5: 145-146.

DE CIUDADES SALUDABLES A CIUDADES SOSTENIBLES: LA EXPERIENCIA DE CASTILLA-LA MANCHA EN LA AGENDA LOCAL 21

FROM HEALTHY CITIES TO SUSTAINABLE CITIES: THE CASTILLA-LA MANCHA EXPERIENCE IN LOCAL AGENDA 21

Francisco Javier Santamarta Álvarez

Servicio de Desarrollo Sostenible. Consejería de Medio Ambiente y Desarrollo Rural.

RESUMEN

La cumbre de la Tierra celebrada en Río de Janeiro, en 1992, hace un llamamiento a las autoridades locales para que elaboren la Agenda 21 Local. Posteriormente, la I Conferencia Europea de Ciudades Sostenibles, celebrada en Aalborg en 1994, crea la Campaña de Ciudades Europeas Sostenibles.

En Castilla-La Mancha se había creado ya en 1991 la Red de Ciudades Saludables de Castilla-La Mancha. En un principio esta red estaba formada por nueve ciudades que se comprometieron a desarrollar el proyecto de la Organización Mundial de la Salud (OMS), Ciudades Saludables. Durante los 12 años de la Red de Ciudades Saludables se editaron nueve boletines, se realizaron cinco congresos regionales y se presentó el libro *La Red de Ciudades Saludables de Castilla-La Mancha 1991-2002*. Esta red llegó a tener 100 municipios integrados, que eran gestionados por 30 coordinadores.

Con la creación, en el año 2003, de la Consejería de Medio Ambiente, la red se transformó e integró en la Red de Ciudades y Pueblos Sostenibles de Castilla-La Mancha. En la actual Red se suman la larga experiencia de la Red de Ciudades Saludables de Castilla-La Mancha con la más reciente de la Federación Española de Municipios y Provincias (FEMP) y Diputaciones Provinciales, dando lugar a la creación de una red de ciudades y pueblos sostenibles con unas características propias y con un crecimiento extraordinario que la ha situado como uno de los proyectos más importantes en materia de desarrollo sostenible a nivel regional y una experiencia pionera a nivel nacional.

PALABRAS CLAVE: Desarrollo sostenible. Red de Ciudades Saludables. Red de Ciudades y Pueblos Sostenibles. Agenda Local 21.

ABSTRACT

The 1992 Río de Janeiro World Summit issued an appeal to the local authorities for working out the Local Agenda 21. Later on, the First European Conference on Sustainable Cities and Towns, which took place on 1994 in Aalborg, launched the European Sustainable Cities Campaign.

The Castilla-La Mancha Healthy Cities Network had been already created by 1991. In its beginning this network was made up of nine cities which were willing to assess the World Health Organisation Healthy Cities Project. During the 12 years the Healthy Cities Network was working nine reports were edited, five regional meetings were performed and the Castilla-La Mancha Healthy Cities 1991-2002 report was launched. This net became 100 city-members that were managed by 30 coordinators.

In December 2003, and at the same time the Castilla-La Mancha Environmental Ministry was being created, the Healthy Cities Network turned into Castilla-La Mancha Sustainable Cities and Villages Network. The present net combines the Healthy Cities Network long experience and the FEMP (Federation of Municipalities and Provinces) and provincial councils recent experience. This evolution has contributed to the network creation. A network with its own characteristics and an extraordinary growth which has made this project one of the most important in regional sustainable development matter and a national innovative project.

KEYWORDS: Sustainable development. Healthy Cities Network. Sustainable Cities and Village Network. Local Agenda 21.

Correspondencia: Francisco Javier Santamarta Álvarez. Servicio de Desarrollo Sostenible. Consejería de Medio Ambiente y Desarrollo Rural. C/ Quintanar de la Orden, s/n. 45071 Toledo. Tel.: 925 28 67 27; Fax: 925 28 68 86. jsantamarta@jccm.es

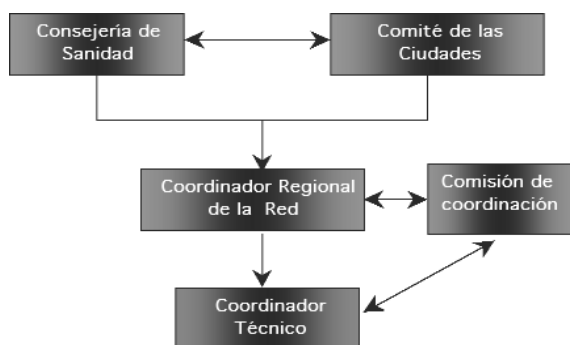
INTRODUCCIÓN

La conferencia de Naciones Unidas sobre medio ambiente y desarrollo sostenible, cumbre de la Tierra, celebrada en Río de Janeiro en junio de 1992, hace un llamamiento en su Programa Global para el Desarrollo Sostenible en el Siglo XXI, también denominado Programa 21, en su capítulo 28, a las autoridades locales para que elaboren la Agenda 21 Local. Posteriormente, la I Conferencia Europea de Ciudades Sostenibles, celebrada en Aalborg en 1994, crea la Campaña de Ciudades Europeas Sostenibles, en la que participa la Red de Ciudades y Pueblos Sostenibles de Castilla-La Mancha, y que viene desarrollando, como heredera de la Red de Ciudades Saludables, acciones y estrategias encaminadas a impulsar a nivel local las recomendaciones acordadas en los distintos foros internacionales sobre políticas regionales y globales basadas en el desarrollo sostenible.

LA RED DE CIUDADES SALUDABLES (1991-1999)

En nuestra Comunidad, se había creado en 1991 la Red de Ciudades Saludables de Castilla-La Mancha, con la incorporación de nueve ciudades que se comprometieron a implementar el proyecto de ciudades saludables de la Organización Mundial de la Salud (OMS), desarrollando actuaciones de sanidad ambiental y promoción de la salud en los municipios. La Red de Ciudades Saludables de Castilla-La Mancha estaba compuesta por un conjunto de municipios entrelazados entre sí a través de una oficina coordinadora, que dedican sus esfuerzos a mejorar, mediante actuaciones de gestión sanitaria y ambiental, los niveles de salud y calidad de vida de sus ciudadanos, incluyendo también, si bien con carácter esporádico, aspectos sociales relacionados con la salud.

El funcionamiento y organización de la Red de Ciudades Saludables era sencillo, siendo esquemáticamente el siguiente:



El Comité de las Ciudades estaba compuesto por las autoridades locales, alcaldes y concejales, que con carácter anual, se reunían para determinar las políticas y acciones y programas de la red.

La comisión de coordinación, que mantenía reuniones periódicas, estaba constituido por el conjunto de los coordinadores de la red, que debatía, aproba-

ba e implementaba los programas generales de la Red. En su seno se crearon los grupos de trabajo virtuales para la elaboración de guías y procedimientos normalizados de gestión ambiental en los ayuntamientos.

La Red era coordinada por la oficina regional (figura D), que estaba residiendo en la Consejería de Sanidad, en el Servicio de Sanidad Ambiental e Higiene de los Alimentos, de la Dirección General de Salud Pública y Participación, actuando como nexo de comunicación y armonización de los recursos y de distribución de la información, compartiendo experiencias innovadoras y facilitando el conocimiento y difusión a través de la Red de aplicaciones exitosas en la gestión sanitaria y ambiental.

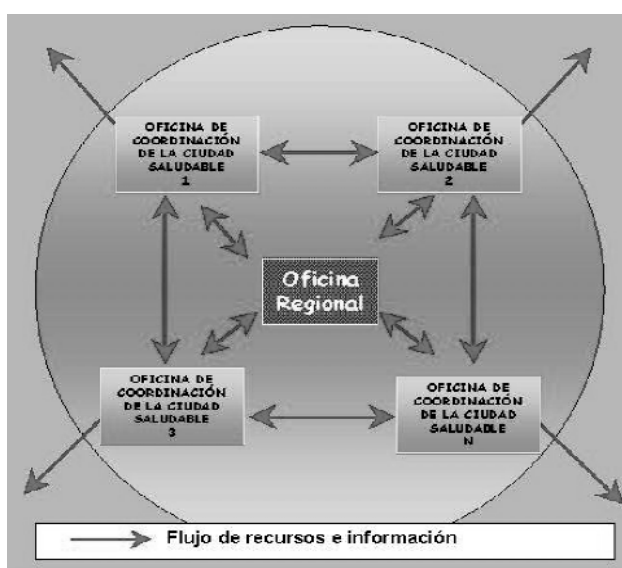


Figura I. Esquema de funcionamiento de la Red de Ciudades Saludables de Castilla-La Mancha.

Su crecimiento fue inicialmente rápido, abarcando el 33,0% de la población de la región al año siguiente de su creación, en el año 1992, participando inicialmente 11 ciudades, todas de más de 20.000 habitantes y figurando entre ellas cuatro de las cinco capitales de provincia.

La relación de las primeras ciudades que formaron la Red de Ciudades Saludables, y su fecha de incorporación al programa, figura en la tabla I.

Las características definitorias de la Red de Ciudades Saludables se puede resumir en las siguientes:

- La Consejería de Sanidad es la impulsora del proyecto, materializando a través de un convenio de colaboración su apoyo a los ayuntamientos para contratar una persona (coordinador de ciudades saludables) que dinamice el programa en el municipio y gestione las actividades previstas.
- Existe un compromiso político del ayuntamiento previo, adoptado por unanimidad, para participar en el programa, y se exige un responsable político.
- Los protagonistas son los propios ayuntamientos.

Tabla I. Relación de municipios de la Red de Ciudades Saludables. Año 1992.

| Municipio | Fecha de inicio del programa |
|----------------------|------------------------------|
| Almansa | 26 de febrero de 1991 |
| Hellín | 26 de febrero de 1991 |
| Puertollano | 26 de febrero de 1991 |
| Ciudad Real | 15 de mayo de 1991 |
| Alcázar de San Juan | 12 de septiembre de 1991 |
| Cuenca | 12 de septiembre de 1991 |
| Talavera de la Reina | 12 de septiembre de 1991 |
| Albacete | 12 de septiembre de 1991 |
| Toledo | 12 de septiembre de 1991 |
| Villarrobledo | 29 de enero de 1992 |
| Tomelloso | 10 de octubre de 1992 |

- Implica a todos los organismos e instituciones locales y promueve la participación ciudadana y comunitaria.
- El primer trabajo del coordinador es elaborar el diagnóstico de salud y el de ambiental de su municipio, como documento previo al plan de acción municipal.

Las principales actividades realizadas por los coordinadores de la Red de Ciudades Saludables a lo largo de estos años se valoraron con un doble criterio:

a) El que se basa en los grupos de actividades establecidos por la Federación Española de Municipios y Provincias:

- 1) **Agua** (control de aguas de consumo humano, de aguas residuales, de piscinas, de zonas de baño, vigilancia de las aguas superficiales, de aguas subterráneas, censo de industrias y actividades de producción de vertidos contaminantes, etc.).
- 2) **Aire** (vigilancia de la contaminación atmosférica, identificación de fuentes puntuales de emisión de contaminantes atmosféricos, medidas para limitar las emisiones de fuentes difusas, control y saneamiento de atmósferas confinadas en espacios públicos, control de radiaciones ionizantes, de contaminación acústica, etc.).
- 3) **Residuos sólidos** (eliminación de vertidos y vertederos incontrolados, gestión de residuos domésticos, recogida selectiva de papel y cartón, de vidrio, de muebles y enseres, de plásticos, de otros residuos, de residuos tóxicos, de aceites, de pilas, de residuos agropecuarios, limpieza viaria, de solares, etc.).
- 4) **Alimentos** (colaboración en el control y vigilancia sanitaria de alimentos, de establecimientos de alimentación, gestión de laboratorios de aguas y alimentos, colaboración en el control de manipuladores de alimentos, fomento de una mejor alimentación ciudadana, colaboración en la red de alerta alimentaria, colabora-

ción en el control de brotes de toxiinfecciones alimentarias, etc.).

- 5) **Fauna** (control de zoonosis, censo de animales domésticos, control de animales abandonados, gestión fauna salvaje, tratamientos de desinfección, desinsectación y desratización, etc.).
 - 6) **Medio ambiente urbano** (colaboración en la concesión de la licencia municipal de actividades, control sanitario de la vivienda, ausencia de barrios o zonas de vivienda carentes de urbanización, supresión del chabolismo, control sanitario de escuelas, control sanitario de hoteles e instalaciones de hospedaje, vigilancia sanitaria de instalaciones públicas e higiene personal, incorporación de criterios de habitabilidad a los medios de transporte público, mantenimiento o creación de zonas forestales en las proximidades de la ciudad, ordenación y agilización del tráfico rodado, supresión de barreras arquitectónicas, control sanitario de los locales de espectáculos públicos, vigilancia sanitaria de campings y campamentos, etc.).
 - 7) **Promoción de la salud** (vacunaciones y otras actuaciones preventivas, actuaciones en educación sanitaria, promoción de las actividades físicas y deportivas, salud laboral, supresión de fuentes animales, de infección y de vectores de enfermedades, aplicación de nuevas tecnologías de sistemas de información, etc.).
 - 8) **Medio ambiente social** (gestión de actividades culturales y de ocio, medidas eficaces de protección a la infancia, integración de sectores de población marginados, integración social y laboral de los minusválidos físicos, psíquicos y sensoriales, seguridad ciudadana, seguridad viaria, atención a los ancianos, lucha contra la drogadicción, dotación de parques e instalaciones públicas infantiles, etc.).
 - 9) **Otras actuaciones de la Red de Ciudades Saludables** (elaboración de diagnóstico de salud ambiental, elaboración de ordenanzas municipales y otra legislación local, participación ciudadana, asistencia y organización de cursos, jornadas y seminarios, asistencia y organización de congresos, actuaciones en situaciones de emergencia, estudios sanitarios y ambientales específicos, tramitación de denuncias, quejas y reclamaciones, teléfono verde, actividades de asesoramiento, etc.).
- b) El basado en la relación de programas de sanidad ambiental desde donde se coordinaba la red:
- 1) Aguas potables de consumo público.
 - 2) Aguas residuales.
 - 3) Aguas de baño (piscinas y zonas de baño).
 - 4) Contaminación atmosférica.
 - 5) Ruidos y vibraciones.
 - 6) Radiaciones ionizantes y no ionizantes (CEMs).
 - 7) Gestión de residuos sólidos (urbanos, peligrosos y agropecuarios).
 - 8) Campamentos y albergues.
 - 9) Gestión de actividades molestas, insalubres, nocivas y peligrosas.

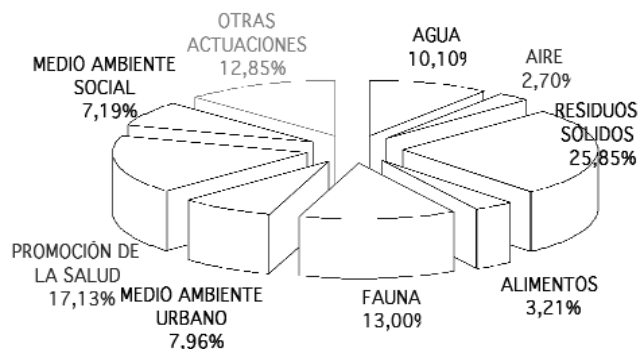


Figura II. Porcentaje de actividades realizadas por los ayuntamientos de la Red de Ciudades Saludables codificadas por "criterio FEMP". Años 1993-2001.

- 10) Vigilancia y control de zoonosis (hidatidosis, rabia, etc.).
- 11) Desinfección, desinsectación y desratización (DDD).
- 12) Higiene y control de los alimentos.
- 13) Medio urbano (vivienda y urbanismo, habitabilidad, accesibilidad, etc.).
- 14) Medio social.
- 15) Seguridad de productos químicos y plaguicidas.
- 16) Educación ambiental.
- 17) Promoción de la salud y hábitos saludables.
- 18) Participación ciudadana.
- 19) Denuncias.
- 20) Otros (ordenanzas municipales, reuniones, congresos, diagnósticos, etc.).

El porcentaje de actividades realizadas por los ayuntamientos de la red, en el periodo 1993-2001, siguiendo el criterio de actividades de la Federación de Municipios y Provincias, se expresa en la figura II.

LA RED DE CIUDADES SALUDABLES Y SOSTENIBLES (2000-2003)

La evolución propia de la Red de Ciudades Saludables hizo suyos, a principios de esta década, los principios de la sostenibilidad, promoviendo e impulsando la firma de la carta de Aalborg en los ayuntamientos de la región incluidos en la red, figurando posteriormente entre sus objetivos, expresados en los convenios de colaboración que firmaba la Consejería de Sanidad y los ayuntamientos de la red, los compromisos de dicha carta. La red siguió manteniendo la misma estructura en este periodo, ampliando sus actividades e iniciando el proceso de Agenda 21 Local en los ayuntamientos incluidos en la red.

Durante los 12 años que duró la Red de Ciudades Saludables se editaron nueve boletines (figura III) y se realizaron cinco congresos regionales, cuyas ciudades, fechas de celebración y lemas se expresan en la figura IV. La presentación del libro *La Red de Ciudades Saludables de Castilla-La Mancha 1991-2002*, en diciembre de 2003, coincidió con el traspaso de la red a la Consejería de Medio Ambiente y su transformación e integración, en febrero de 2004, en la Red de Ciudades y Pueblos Soste-

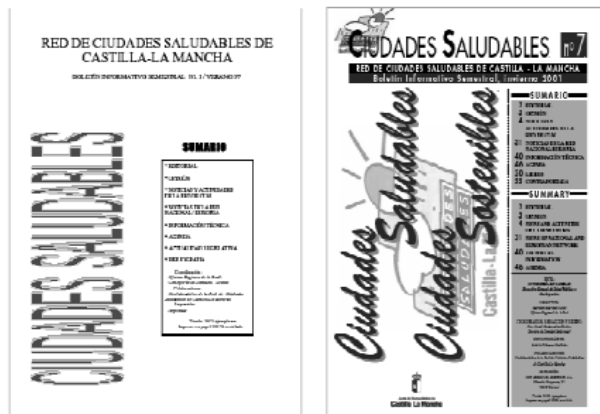


Figura III. Boletines de la Red de Ciudades de Ciudades Saludables números 1 y 7, representativos de las dos etapas.

| |
|---|
| I Jornadas Regionales de Ciudades Saludables. Cuenca 16, 17 y 18 de diciembre de 1991. |
| II Jornadas Regionales de Ciudades Saludables. Puertollano. 18,19 y 20 de mayo de 1994. "La ciudad y la salud: entornos habitables" |
| III Congreso Regional de Ciudades Saludables de Castilla-La Mancha. Talavera de la Reina. 27, 28 y 29 de noviembre de 1996. "El agua: nuestra ciudad y nuestra salud" |
| IV Congreso de Ciudades Saludables de Castilla-La Mancha. Villarrobledo. 25, 26 y 27 de noviembre de 1998. "Desarrollo saludable: armonía entre ciudad e industria" |
| V Congreso Regional de Ciudades Saludables de Castilla-La Mancha. Guadalajara. 9, 10 y 11 de mayo de 2001. "Salud, calidad de vida y sostenibilidad local" |

Figura IV. Congresos de la Red de Ciudades Saludables.

| Tabla II. Red de Ciudades Saludables de Castilla-La Mancha. Año 2003. |
|--|
| Número total de municipios: 100 (11% de los municipios de CLM). |
| Número total de habitantes: 929.597 |
| Diputaciones provinciales |
| Habitantes con respecto CLM: 52,96% |

nibles de Castilla-La Mancha. A finales del año 2003 la Red de Ciudades Saludables disponía de más de 30 coordinadores, e incluía 100 municipios que suponían más del 50% de la población regional (tablas II y III).

Tabla III. Municipios y Población de la Red de Ciudades Saludables de Castilla-La Mancha. Año 2003.

| Provincia | Municipios | % CLM |
|--------------------|---|--------|
| Albacete | Albacete, Casas Ibáñez, Caudete, Hellín, La Roda, Mancomunidad Monte Ibérico, Villarrobledo | 15,27% |
| Ciudad Real | Alcázar de San Juan, Asociación Alto Guadiana Mancha, Ciudad Real, Puertollano, Tomelloso, Valdepeñas | 18,34% |
| Cuenca | ADIMAN, Cuenca, Las Pedroñeras, Mancomunidad El Záncara, Mota del Cuervo, Motilla del Palancar, San Clemente, Tarancón, Uclés | 7,44% |
| Guadalajara | El Toboso, Illescas, Madridejos, Santa Cruz de la Zarza, Talavera de la Reina, Torrijos, Toledo | 4,06% |
| Toledo | | 10,53% |

LA RED DE CIUDADES Y PUEBLOS SOSTENIBLES DE CASTILLA-LA MANCHA

a) Relación entre los proyectos de ciudades saludables y los de ciudades sostenibles.

La relación entre ambos proyectos está muy relacionada a nivel internacional, constituyendo la base argumental de la integración de ambas redes a nivel regional. Los principales documentos que relacionan ambos proyectos son:

- Fase III del programa Ciudades Saludables de la OMS (1998-2002): “Acelerar la adopción y desarrollo de políticas y planes estratégicos integrados al nivel de la ciudad basados en la Salud Para Todos para el siglo XXI y en la Agenda Local 21”.
- La Campaña Europea de Ciudades Sostenibles es un proyecto íntimamente relacionado con el de ciudades saludables, y así se refleja en la Declaración de Atenas para Ciudades Saludables (1998), en la que como segundo principio clave figura la sostenibilidad y se apuesta por una planificación integrada para la salud y el desarrollo sostenible: “Apoyamos los principios de desarrollo sostenible a través de nuestro compromiso en la política “Salud para todos” y en la carta de Aalborg. En este marco político se refuerzan mutuamente, combinando los objetivos de salud para todos y desarrollo sostenible”.
- El V Programa Comunitario de Acción en Materia de Medio Ambiente de la UE “Hacia un desarrollo sostenible” y el VI Programa de Acción Comunitario en Materia de Medio Ambiente (PACMA) 2003-2010, denominado “El futuro está en nuestras manos”, tiene como objetivo conseguir una calidad medioambiental tal que los niveles de contaminantes artificiales no den lugar

a impactos ni riesgos importantes para la salud humana, estrechamente relacionados con la sostenibilidad.

b) Situación del Programa de Ciudades Saludables en los municipios de Castilla-La Mancha.

De las conclusiones del estudio realizado sobre la Red de Ciudades Saludables de Castilla-La Mancha, 1991-2002, se desprende que las concejalías de las que depende el Programa en los ayuntamientos son:

- Medio ambiente, con carácter exclusivo, el 43%.
- Medio ambiente, junto con otras concejalías, el 39%.
- En sanidad el 9%.
- Presidencia o alcaldía, el 9%.

Los contenidos de los congresos de la red, desde las I Jornadas del año 1991, en Cuenca, hasta el último congreso de Guadalajara en 2001, han ido evolucionando desde la temática sanitaria a la ambiental y últimamente a la sostenibilidad, hasta el punto de que el V Congreso de Ciudades Saludables, tuvo por lema: “Salud, calidad de vida y sostenibilidad local”.

Las actividades realizadas en los ayuntamientos (1993-2001) han sido de carácter marcadamente ambiental, el 68,44%, y relacionadas con la salud el 31,56%.

c) Integración de la Red de Ciudades Saludables en la Red de Ciudades y Pueblos Sostenibles de Castilla-La Mancha.

La Red de Ciudades y Pueblos Sostenibles de Castilla-La Mancha tiene sus antecedentes en el año 2001, con la creación del Pacto Ciudad Habitable, entre la Consejería de Obras Públicas y la Federación de Municipios y Provincias de Castilla-La Mancha. Al mismo tiempo se firma otro protocolo de colaboración para la implantación y desarrollo de la A21 L. Posteriormente, se elabora el documento marco Pacto Ciudad Habitable Castilla-La Mancha, donde ya se recoge la Agenda Local 21 basado en los principios contenidos en la carta de Aalborg. Este documento es ratificado por los ayuntamientos interesados mediante la firma en Pleno. El año 2003 se firma el convenio de colaboración para la integración del programa de auditorías municipales Agenda Local 21 en el pacto Ciudad Habitable de Castilla-La Mancha, entre la Consejería de Administraciones Públicas y la Federación de Municipios y Provincias de Castilla-La Mancha, comenzando a configurarse la Red de Ciudades y Pueblos Sostenibles de Castilla-La Mancha, quedando adscrita a la campaña europea de ciudades y pueblos sostenibles. Finalmente, se elabora la *Guía Práctica para el Diseño, Implantación y Desarrollo de las Agendas 21 Locales*, en el marco de la Red de Ciudades y Pueblos Sostenibles de Castilla-La Mancha.

Creada la Consejería de Medio Ambiente en julio de 2003, asumió entre sus competencias el apoyo y fomento a las iniciativas locales para la implan-

tación de los programas destinados a satisfacer las necesidades de los municipios, garantizando la calidad social, ambiental y económica, Agenda 21, y por lo tanto el apoyo y fomento en los ayuntamientos de los principios recogidos en la Carta y compromisos de Aalborg, considerando la implantación de las Agendas 21 Locales un componente esencial en la Estrategia Regional de Desarrollo Sostenible.

Basándose en estas competencias se propone la integración y fusión de la Red de Ciudades Saludables en la Red de Ciudades y Pueblos Sostenibles de Castilla-La Mancha, que, de acuerdo con la guía, preside la Consejería de Medio Ambiente. De la herencia de la Red de Ciudades Saludables se mantienen los convenios de colaboración con los ayuntamientos para la financiación del coordinador de ciudades sostenibles responsable de la Agenda en su municipio, así como de actividades ligadas al desarrollo de la misma, y se ha ampliado la colaboración, también mediante convenios, con la Federación de Municipios y Provincias de Castilla-La Mancha y las cinco diputaciones provinciales, para la financiación de la Red de Ciudades y Pueblos Sostenibles y la cofinanciación de los diagnósticos de sostenibilidad.

d) Fases de la implantación de la Agenda 21 Local

La Red de Ciudades y Pueblos Sostenibles de Castilla-La Mancha, conforme a lo establecido en la *Guía práctica para el diseño, implantación y desarrollo de las Agendas 21 Locales*, adoptó y modificó la metodología ICLEI en la implantación y desarrollo de la Agenda 21 Local de Castilla-La Mancha, estableciendo las siguientes fases metodológicas:

- Firma de la carta de Aalborg.
- Diagnóstico de sostenibilidad.
- Plan de acción local.
- Plan de seguimiento, basado en el panel de indicadores de sostenibilidad municipal de Castilla-La Mancha.
- Declaración de sostenibilidad.

e) La Red de Ciudades y Pueblos Sostenibles de Castilla-La Mancha

En la actualidad, la **Red de Ciudades y Pueblos Sostenibles de Castilla-La Mancha**, que preside la Consejería de Medio Ambiente y coordina conjuntamente con la Federación de Municipios y Provincias y las diputaciones provinciales, gestiona la **Agenda 21 Local de Castilla-La Mancha**, siendo su principal objetivo promover el desarrollo sostenible en la región a nivel local, poniendo a disposición de los más de 400 ayuntamientos de la Red (46% de los municipios de la región), que engloban al 80% de la población, los recursos humanos (50 coordinadores), técnicos y financieros que la complejidad del proceso de implantación de la Agenda 21 Local demanda.

Entre los principales resultados de la Red de Ciudades y Pueblos Sostenibles de Castilla-La Man-

Tabla IV. Red de Ciudades y Pueblos Sostenibles de Castilla-La Mancha. Año 2005.

| | POBLACIÓN | | MUNICIPIOS | |
|--------------|------------------|-----------|------------|-----------|
| | Nº | % | Nº | % |
| ALBACETE | 354.714 | 93 | 61 | 70 |
| CIUDAD REAL | 418.011 | 85 | 58 | 57 |
| CUENCA | 175.589 | 86 | 164 | 69 |
| GUADALAJARA | 151.329 | 59 | 59 | 20 |
| TOLEDO | 383402 | 66 | 84 | 41 |
| TOTAL | 1.483.015 | 80 | 426 | 46 |

cha, cabe destacar los que a continuación se detallan.

Población y municipios integrados en la red

Como se puede apreciar en la tabla IV, el número de habitantes que viven en municipios que forman parte de la Red de Ciudades y Pueblos Sostenibles es de 1.483.015 habitantes, que suponen el 80% del total regional, destacando los porcentajes de Albacete, con el 93%, y Cuenca y Ciudad Real, con más del 80%. En cuanto al número de ayuntamientos, 426 incluidos en la red, suponen ya el 46% de la región, destacando los porcentajes de Albacete, Ciudad Real y Cuenca, que son superiores al 50% de la provincia. Del total de los ayuntamientos incluidos en la red, el 37% disponen de coordinador municipal responsable de la Agenda 21 y de la gestión ambiental a nivel local.

Coordinadores de la Red de Ciudades y Pueblos Sostenibles.

El número de coordinadores y responsables de la Agenda 21 Local de la red pasó de 30 a 50, distribuidos por su ámbito administrativo de acuerdo con lo que figura en la tabla V.

Proceso de implantación de la Agenda 21 Local

La evolución en el proceso de implantación de la Agenda 21 Local en la Red de Ciudades y Pueblos Sostenibles a nivel regional es desigual, ya que los municipios se están adhiriendo al proyecto desde el año 1999. Por provincias, y en función de la fase de implantación de la Agenda (firma del documento marco, diagnóstico de sostenibilidad, creación de los foros de participación, elaboración del plan

Tabla V. Coordinadores y responsables de la A 21 L.

| | |
|------------------------------|----|
| Consejería de Medio Ambiente | 8 |
| FMP de Castilla-La Mancha | 1 |
| Diputaciones provinciales | 5 |
| Ayuntamientos | 36 |

Tabla VI. Proceso de implantación de la Agenda 21 Local.

| | DOCUMENTO MARCO | DIAGNÓSTICO SOSTENIBILIDAD | FORO | PLAN ACCIÓN LOCAL | PLAN SEGUIMIENTO |
|----------------|-----------------|----------------------------|-----------|-------------------|------------------|
| ALBACETE | 61 | 26 | 13 | 2 | - |
| CIUDAD REAL | 58 | 5 | - | - | - |
| CUENCA | 164 | 235 | - | - | - |
| GUADALAJARA | 59 | 41 | 4 | 4 | 4 |
| TOLEDO | 84 | 3 | - | - | - |
| TOTALES | 426 | 310 | 17 | 6 | 4 |

de acción local y del plan de seguimiento), la situación de las agendas es la que figura en la tabla VI.

Actuaciones en materia de gestión ambiental en el marco de la red

A lo largo de 2004 se han desarrollado un total de 793 actuaciones por los municipios relacionadas con los programas de control de aguas potables y residuales, gestión de residuos sólidos o de actividades molestas, actividades de educación ambiental, control de la contaminación atmosférica, gestión de actividades molestas, insalubres, nocivas y peligrosas, programas de desinfección, desinsectación y desratización, seguridad de productos químicos y plaguicidas, ruidos y vibraciones, participación ciudadana, medio social, etc. En la figura V se expresa el porcentaje de actividades desarrolladas en función de los programas ejecutados por los coordinadores de la red.

Actividades de comunicación

La red coordina, redacta y diseña el boletín de la red *Castilla-La Mancha hacia la Sostenibilidad* y elabora diversas guías para coordinadores y res-

ponsables políticos de la red. Además ha creado su propia página web de la Red de Ciudades y Pueblos Sostenibles de Castilla-La Mancha, y potentes programas informáticos para facilitar la gestión de la Agenda 21 Local en los ayuntamientos.

• Proyecto Ayuntamientos por el Clima

La Consejería de Medio Ambiente firmó con la Asociación para la Defensa de la Naturaleza, WWF/ADENA, en el marco de la red, un convenio de colaboración para sensibilizar a los ayuntamientos sobre el cambio climático, realizar una auditoría energética y proponer medidas de ahorro y eficiencia energética en el consumo de los municipios.

• Premio Regional de Desarrollo Sostenible

Durante el año 2004 la Consejería de Medio Ambiente, en el desarrollo de sus políticas de apoyo a la red, convocó y organizó por primera vez en la región el I Premio Regional de Desarrollo Sostenible de Castilla-La Mancha, con dos categorías, una de las cuales estaba destinada a premiar aquellas iniciativas de las admi-

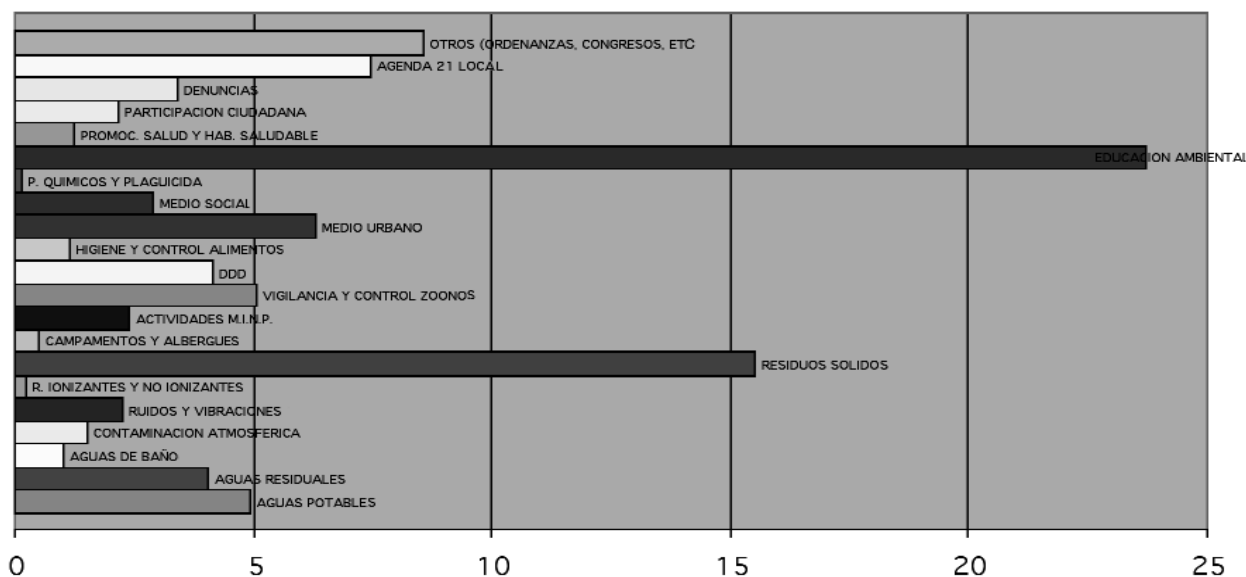


Figura V. Red de Ciudades y Pueblos Sostenibles de Castilla-La Mancha. Porcentaje de actividades por programas. Año 2004.

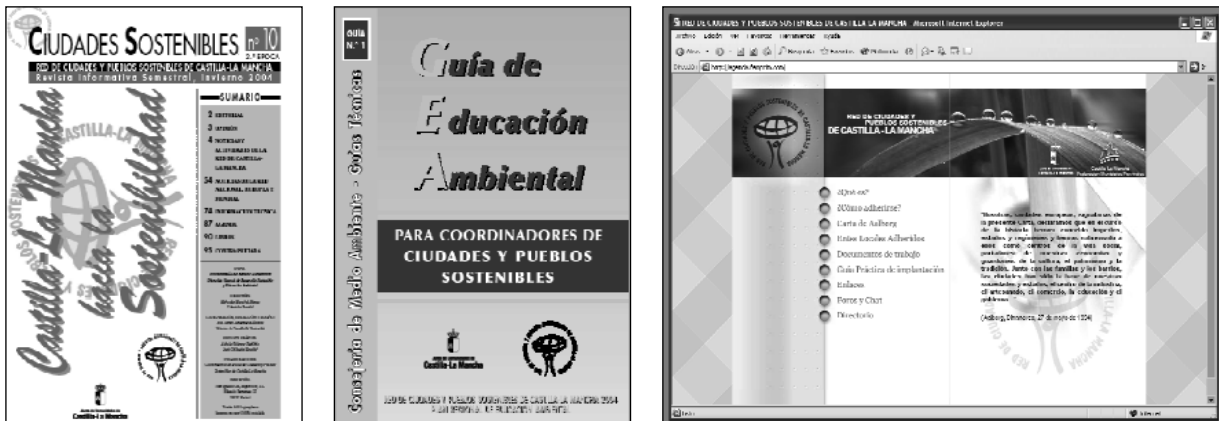


Figura VI. Boletín de la Red de Ciudades y Pueblos Sostenibles número 10, *Guía de Educación Ambiental* y página web de la Red (<http://www.jccm.es>) (<http://agenda.fempclm.com>).

nistraciones públicas en el ámbito de la implantación de la Agenda 21 Local. El premio a la ciudad sostenible fue otorgado al proyecto titulado Aula Municipal de la Naturaleza, presentado por el Ayuntamiento de Azuqueca de Henares (Guadalajara), perteneciente a la red.

CONCLUSIONES

En la actual Red de Ciudades y Pueblos Sostenibles de Castilla-La Mancha se resume la experiencia de la Red de Ciudades Saludables, con 12 años de andadura, y la más reciente de la FEMP y diputaciones pro-

vinciales. Pero ha sido a partir del año 2003, con la creación de la Consejería de Medio Ambiente, cuando las instituciones y las redes existentes decidieron trabajar en una única dirección y con un mismo objetivo: promover la sostenibilidad local como eje de las políticas municipales. Esta especial concatenación de causas ha tenido por efecto la creación de una red de ciudades y pueblos sostenibles con unas características propias y con un crecimiento extraordinario que la ha situado como uno de los proyectos más importantes en materia de desarrollo sostenible a nivel regional, y una experiencia pionera a nivel nacional.

LOS ASENTAMIENTOS HUMANOS Y LA FILOSOFÍA DE LA SOSTENIBILIDAD

THE HUMAN SETTLEMENTS AND THE PHILOSOPHY OF SUSTAINABILITY

María del Carmen Cañizares Ruiz

Departamento de Geografía y Ordenación del Territorio.
Facultad de Letras. Universidad de Castilla-La Mancha.

RESUMEN

El presente artículo tiene como principal finalidad proponer una reflexión sobre los asentamientos humanos en el mundo y el desarrollo sostenible. Tomando como punto de partida la conferencia de Estocolmo (1972) de Naciones Unidas, se realiza una revisión a los principales acontecimientos y de la documentación institucional que han favorecido la sensibilización hacia todas las cuestiones relacionadas con el medio ambiente, sobre todo en ámbitos urbanos. Se presta especial atención al informe Brundtland en el que aparece el concepto "desarrollo sostenible", a la I Cumbre de la Tierra, celebrada en Río de Janeiro (1992), en la que se alcanzan los acuerdos internacionales más relevantes y, en el marco europeo, a la I Conferencia Europea de Ciudades Sostenibles, celebrada en Aalborg (1996), en la que se aprueba la carta de Aalborg. Como resultado se asienta progresivamente lo que hoy denominamos la "filosofía de la sostenibilidad" tanto en el ámbito científico como en institucional y en la propia ciudadanía.

PALABRAS CLAVE: Asentamientos humanos. Medio ambiente. Desarrollo sostenible. Filosofía de la sostenibilidad.

INTRODUCCIÓN

La sensibilización hacia todas las cuestiones ambientales que están relacionadas con los asentamientos de la población humana en el espacio, bien sea en áreas urbanas, bien en áreas rurales, ha manifestado un aumento sin precedentes en las últimas décadas del siglo XX y se ha afianzado a comienzos del siglo XXI, hasta tal punto que la problemática ambiental ha sido reconocida internacionalmente y los indicadores ambientales forman parte ya, en mayor o menor medida, de la planificación urbana y regional. Desde la década de los años 70 del siglo XX hasta hoy, numerosos acontecimientos han contribuido de manera destacada a que esto sucediera. Nos referi-

ABSTRACT

The present article, he has as principal purpose propose a reflection on the human accessions in the world and the sustainable development. Taking the Conference of Estocolmo (1972) of United Nations as a point of item, there is realized a review of the principal events and of the institutional documentation that they have favored the sensitization towards all the questions related to the environment, especially in urban areas. There lends special attention to the Report Brundtland in which there appears the concept of "sustainable development", to the I Cumbre of the Earth celebrated in Rio de Janeiro (1992) in which the principal international agreements are reached and, In the european frame, to the I European Conference of Sustainable Cities celebrated in Aalborg (1996) in which the Letter of Aalborg is approved of To. One agrees since(as) result progressively what today we name a "philosophy of the sustainability" both in the scientific area and in the institutional one and in the own(proper) citizenship.

KEY WORDS: The human settlements. Environment. Sustainable development. The philosophy of the sustainability.

mos tanto a reuniones científicas e institucionales como a informes y documentación variada cuya finalidad ha sido el análisis de la cuestión ambiental en el mundo así como el fomento de una progresiva sensibilización de Estados y ciudadanos para combatir y, en la medida de lo posible, "solucionar" los problemas ambientales. Son los protagonistas de un largo camino hacia lo que hoy denominamos la "filosofía de la sostenibilidad" que a continuación sintetizaremos destacando las aportaciones más relevantes.

EL MEDIO AMBIENTE COMO PROTAGONISTA

La declaración del año 1970 como Año de Protección

Correspondencia: María del Carmen Cañizares Ruiz. Dpto. de Geografía y Ordenación del Territorio. Facultad de Letras. Universidad de Castilla-La Mancha. Av. Camilo José Cela s/n. 13071 Ciudad Real. Tel.: 926 29 53 00 (Ext. 3168). Fax: 926 29 53 12. Mariacarmen.canizares@uclm.es

de la Naturaleza (ONU) constituye un primer hito en la atención internacional hacia el medio ambiente. Con anterioridad habían surgido algunas reuniones científicas importantes como el congreso constitutivo de la Unión Internacional para la Protección de la Naturaleza ONU/UNESCO (1948) y se habían creado algunas de las ONG más relevantes en esta temática como el Fondo de Mundial para la Naturaleza (WWF) (1961) o Greenpeace (1971), anunciando lo que iba a suceder unos años después.

Pero el precedente más importante a la hora de analizar la preocupación institucional por el medio ambiente así como una primera llamada de atención sería por parte de Naciones Unidas sobre los factores que inciden en la problemática ambiental iba a ser la **conferencia de Estocolmo** (5-16 de junio de 1972) celebrada en esta ciudad sueca bajo el lema: "El hombre y su medio: bases para una vida mejor". A ella debemos una de las definiciones más utilizadas sobre medio ambiente como "el conjunto de elementos físicos, químicos, biológicos y de factores sociales capaces de causar efectos directos o indirectos, a corto o a largo plazo, sobre los seres vivos y las actividades humanas"¹. Hoy, habituados a que este concepto tenga múltiples aplicaciones, es considerado, en general, como todo aquello que envuelve la vida de los seres vivos, es decir su hábitat. Tiene, por tanto, una dimensión que permite asociarlo no sólo a los espacios naturales sino también a aquellos transformados por el hombre, como en este caso a los asentamientos humanos. La conferencia proclama también que el hombre es a la vez obra y artífice del medio que le rodea, que la protección y mejoramiento del medio humano es un deseo de los pueblos y un deber para los gobiernos, y que es necesario aceptar responsabilidades por parte de ciudadanos y comunidades, empresas e instituciones.

A partir de este momento el medio ambiente que, lógicamente, había existido siempre y había protagonizado la corriente ambientalista iniciada en el siglo XIX, alcanzaría un protagonismo inusitado de la mano de la variada problemática. Ésta queda patente ese mismo año, 1972, en el informe del Club de Roma, "Los límites del crecimiento", donde se advierte del difícil equilibrio población-recursos si se mantenían las tendencias de crecimiento demográfico, industrialización, contaminación ambiental, producción de alimentos y agotamiento de recursos.

Estos acontecimientos, junto a otras cuestiones como las repercusiones de la llamada "crisis del petróleo", de 1973, desencadenan diversas actuaciones en materia de planificación. En un primer momento, de la conferencia de Estocolmo se derivan el **Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente** (PNUMA) y el **Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo** (PNUD), dos de las políticas internacionales más destacadas en el último cuarto del siglo XX. A ellas se une, algo más tarde, la **Comisión Mundial para el Medio Ambiente y el Desarrollo** (WCED), en 1983.

También a mediados de la década de los 80 del siglo XX, surge otra de las aportaciones más relevantes en

todo lo que vincula asentamientos de población, en especial ciudades, y salud, teniendo como telón de fondo la cuestión ambiental. Nos referimos al programa "Healthy Cities" ("Ciudades saludables") que tiene sus precedentes inmediatos en algunas políticas de la Organización Mundial de la Salud (OMS) iniciadas en los años 70, como la filosofía de la "nueva salud pública", que contextualiza las conductas saludables dentro de su marco social más amplio trascendiendo el ámbito de los servicios asistenciales², y la campaña "Salud para todos en el año 2000", basada en la adopción de principios básicos de salud pública de manera que el acceso a un nivel de salud permita a la población llevar una vida productiva social y económicamente. Más adelante, en 1984, la reunión "Más allá de la asistencia sanitaria". Jornadas sobre Políticas Saludables, celebrada en Toronto, reconoce la importancia de la ciudad como lugar preferente de vida y desarrollo del ser humano que tiene un papel determinante en la salud de los que viven en ella³.

Siguiendo esta línea, en noviembre de 1986, se celebra la Conferencia Internacional de Promoción de la Salud, en Ottawa (Canadá), en la que los gobiernos de los países miembros de la OMS firman el documento conocido como la "Carta de Ottawa", que establece las bases del proyecto "Ciudades saludables en los países industrializados". En él se recoge la necesidad de reorientar los servicios sanitarios y sus recursos hacia la promoción de la salud y a compartir el poder con otros sectores, otras disciplinas y, lo que es más importante, con la propia población. Se inicia, entonces, la Red Internacional de Ciudades Saludables que, teniendo como objetivos básicos la promoción de salud y el bienestar de los ciudadanos, trata de convertir los espacios urbanos en espacios "saludables", y de ella se derivan la Red Europea de Ciudades Saludables (1987) y las redes estatales, como la española a partir de 1988.

Recientemente, la OMS, en 1998, aporta una nueva estrategia "Salud para todos en el siglo XXI", una carta de principios de justicia social que proporciona una orientación científica sobre los mejores desarrollos sanitarios y que perfila un proceso que conducirá a la mejora progresiva de la salud de todas las personas. Y aprueba la **Declaración Mundial de la Salud** en la que la consecución de la salud para todos depende del compromiso de considerarla como un derecho fundamental de la persona.

DESARROLLO SOSTENIBLE Y ASENTAMIENTOS HUMANOS

Especialmente relevante en la consolidación de la filosofía de la sostenibilidad es uno de los trabajos de la Comisión Mundial para el Medio Ambiente y el Desarrollo conocido como el **informe Brundland** por el apellido de la ministra noruega de medio ambiente, Gro Harlem Brundland, y publicado bajo el título *Our Common Future (Nuestro futuro común)*, en 1987. Su objetivo era idear estrategias a largo plazo para conseguir un nuevo modelo de desarrollo y elaborar recomendaciones para la mejora de la cooperación in-

ternacional. De este informe nació, como es mundialmente conocido, el concepto de “desarrollo sostenible”, definido como el “desarrollo que satisface las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades”⁴. Plantea, pues, la necesidad de adoptar un nuevo modelo de desarrollo, postindustrial, en el que no se ponga en peligro la subsistencia de las generaciones futuras. No sin cierta ambigüedad, encierra dos conceptos clave: el de “necesidades”, en especial las necesidades de los pobres del mundo a las que se les concede prioridad; y la idea de limitaciones impuestas por el estado de la tecnología y la organización social a la capacidad del medio ambiente para responder a las necesidades actuales y futuras⁵. A partir de este momento cinco serán los grandes pilares de la sostenibilidad: el económico, el social, el medioambiental, el cultural y el político-institucional⁶ y ésta se convertiría en la finalidad de toda política de desarrollo socioeconómico.

No obstante, la consolidación a escala mundial de este concepto y de la propia idea de “sostenibilidad” tiene lugar en la **Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo** (3-14 de junio de 1992), celebrada en la ciudad brasileña de Río de Janeiro bajo el lema “Medio ambiente y desarrollo”. En ella, los 172 países asistentes y los representantes de las organizaciones no gubernamentales (más de 2.000 mil) aprueban la declaración de Río, también denominada carta de la Tierra, con 27 principios en los que se recoge el compromiso expreso de los países firmantes por colaborar en la solución global de los problemas ambientales, basándose en el desarrollo sostenible, en temas de conciencia de responsabilidades comunes y propias de los Estados y el principio de “quien contamina paga”.

De esta cumbre surgen acuerdos de enorme trascendencia en los años siguientes, tales como la propia declaración, el Convenio Marco de Naciones Unidas para el Cambio Climático, el Convenio Marco de Naciones Unidas sobre la Diversidad Biológica, la Declaración de Principios Forestales o la Agenda 21. Ésta última se encuentra entre sus aportaciones más significativas por lo que respecta a los asentamientos humanos. Se integra en el llamado Plan de Acción para el Siglo XXI, una programación general para conseguir el desarrollo sostenible urbano mediante la coordinación y cooperación entre ciudades. Abordar problemas como las disparidades entre las naciones y dentro de ellas, la pobreza, el hambre, el analfabetismo o el empeoramiento de los ecosistemas aparecen como objetivos prioritarios en sus cuatro secciones:

- 1) Dimensiones sociales y económicas del desarrollo;
- 2) Gestión de los recursos para el desarrollo;
- 3) Fortalecimiento del papel de los grupos principales para conseguir el ecodesarrollo, y
- 4) Desarrollo de los medios de ejecución de las anteriores cuestiones (financiación, transferencia de tecnología, etc.).

Se trata de un instrumento puesto a disposición de todos los ciudadanos para garantizar el desarrollo

sostenible de todo su territorio, organiza prioridades y acciones medioambientales (agenda) y además establece como fecha emblemática el siglo XXI y como ámbito el local⁷. De esta forma, su éxito global solo puede conseguirse a través del éxito local, dada la interrelación existente entre los procesos globales y las acciones locales⁸.

EUROPA Y LA SOSTENIBILIDAD

En el ámbito territorial europeo han sido, también, diversas las reuniones e informes que de manera más directa han incidido en el futuro de nuestros asentamientos de población. Como ejemplo, en 1987 se redacta el **Manifiesto Europeo sobre el Medio Ambiente Urbano**, firmado por los representantes de siete ciudades europeas (Bonn, Copenhague, Londres, Lisboa, Roma, París y Madrid) como una llamada de atención sobre la necesidad de incluir los parámetros medioambientales en la planificación urbana, así como identificar las ciudades como ecosistemas basados en relaciones de sistemas bióticos y abióticos aplicadas a un espacio concreto. Poco tiempo después, en 1990, la publicación de el **Libro Verde sobre el medio ambiente urbano** de la Unión Europea constituye una de las aportaciones institucionales más importantes dentro del marco comunitario. Los objetivos planteados se resumen en crear o recrear las ciudades para proporcionar entornos atractivos a sus habitantes y reducir su contribución a la contaminación global. Aspectos para los que se requiere una toma de conciencia según la cual “aún estamos a tiempo de salvar la ciudad europea” y sobre todo, la cohesión social⁹.

A partir de este documento se inicia el Plan de Acción para las Ciudades de Europa. Su instrumento principal es el proyecto “Ciudades europeas sostenibles” planteado bajo los objetivos de “estudiar de qué manera pueden incorporarse objetivos ambientales a las futuras estrategias de planificación urbana y ordenación del territorio y asesorar a la Comisión sobre cómo desarrollar el aspecto del medio ambiente urbano dentro de la política ambiental de la Comunidad”¹⁰. Como consecuencia se celebra la **I Conferencia Europea de Ciudades y Pueblos Sostenibles** en la ciudad danesa de Aalborg (24-27 de mayo de 1994) en la que se aprueba la **carta de Aalborg** o Carta de las Ciudades Europeas hacia la Sostenibilidad, un documento clave para el futuro del medio ambiente en los asentamientos humanos que parte de la base de que las ciudades tienen una función determinante en el proceso de cambio de los modos de vida, de la producción, del consumo y de las pautas de distribución del espacio. Firmada inicialmente por 80 autoridades locales europeas y 253 representantes de organizaciones internacionales, gobiernos nacionales, centros científicos, asesores y particulares deja patente el compromiso de ciudades, poblaciones menores y unidades territoriales de Europa por participar en las iniciativas locales del Programa 21 y desarrollar programas a largo plazo hacia un desarrollo sostenible. La principal aportación de este documento es la de establecer un compromiso común basado en tres principios: 1) una declaración de con-

senso por parte de las ciudades europeas hacia la sostenibilidad; 2) el inicio de la Campaña de Ciudades Europeas Sostenibles, y 3) la participación en las iniciativas locales del Programa 21: Planes de Acción Local en favor de la Sostenibilidad

Dos años más tarde, en 1996, se celebra en la capital portuguesa, Lisboa, la **II Conferencia Europea de Ciudades y Pueblos Sostenibles** poniendo en evidencia un cierto fracaso debido a los escasos avances conseguidos en la implantación de la Agenda 21 Local. El documento final de la Carta a la Acción insta a las autoridades locales a iniciar la Agenda 21, ofreciendo pautas, estrategias y herramientas de gestión para llevarlo adelante¹¹. Como aspectos más destacables integra la dimensión medioambiental en las políticas sociales y económicas, así como establece estrategias para fomentar la participación ciudadana y la cooperación entre instituciones y comunidades. Paralelamente, cabe también señalar que se celebran conferencias regionales de ciudades y pueblos sostenibles como las que tienen lugar en Turku (1996), en Sofía (1988), en Sevilla (1999) o La Haya (2000) en las que se reivindica la necesidad de actuar.

Seguidamente se ha celebrado la **III Conferencia Europea de Ciudades y Pueblos Sostenibles** (9-12 de febrero de 2000), en la ciudad alemana de Hannover, con la reivindicación de la obligación de actuar a escala local. En ella, 250 autoridades regionales y locales de 36 países europeos y regiones (que representan a más de 130 millones de ciudadanos europeos) firmaron la Declaración de Hannover en la que se adoptan diversos principios y valores para las acciones locales hacia la sostenibilidad, se reconoce el liderazgo de las ciudades y se realiza un llamamiento a la Comunidad Europea, a las instituciones europeas, a los gobiernos nacionales y a los líderes regionales, entre otros, para la potenciación de acciones.

Por último, de nuevo en la ciudad de Aalborg se ha celebrado (9-11 de junio de 2004) la **IV Conferencia de Ciudades Europeas Sostenibles** también denominada "Aalborg+10: IV Conferencia sobre Ciudades y Desarrollo Sostenible" a la que han asistido más de 900 representantes de 45 países. Su finalidad ha sido transformar la carta de Aalborg, declaración de ciudades europeas comprometidas con el desarrollo sostenible que agrupa a más de 2.000 asentamientos, en un nuevo documento llamado "Los compromisos de Aalborg" relativos a áreas como las formas de gobierno, la gestión municipal, los bienes naturales comunes, el consumo, la planificación, la movilidad, la salud, la economía local o la justicia social. Partiendo de la ratificación de una visión común de un futuro sostenible para las comunidades, destaca la necesidad de alcanzar una buena calidad de vida asumiendo diversos retos (crear empleo, combatir la pobreza y la exclusión social, asegurar la protección eficaz del medio ambiente, etc.) y asumiendo las correspondientes responsabilidades.

En el marco europeo son también reseñables los **programas comunitarios de política y actuación en materia de medio ambiente** (Unión Europea), especial-

mente los últimos: el V "Hacia un Desarrollo Sostenible" (1992-2000) en el que se potencia la sensibilización hacia cuestiones de desarrollo sostenible, y el VI "Medio Ambiente 2010: el futuro está en nuestras manos" (2000-2010) en el que se establecen prioridades y objetivos medioambientales. Éstos se integran en la denominada **Estrategia de Desarrollo Sostenible de la Unión Europea** aprobada en junio de 2001 por el Consejo de Europa en Gotemburgo y cuya finalidad es incluir una serie de medidas concretas para que la Unión Europea pueda mejorar su proceso de toma de decisiones en cuanto a la coherencia y la visión a largo plazo, así como determinados objetivos considerados de primera línea y las medidas necesarias para alcanzarlos. Centrándose en problemas concretos como el calentamiento global, algunas enfermedades, la pobreza, el envejecimiento, la pérdida de biodiversidad o la congestión del transporte, su más importante aportación es la idea de que crecimiento económico, cohesión social y protección del medio ambiente deben avanzar unidos.

A todo ello añadimos, de nuevo en el ámbito internacional, la celebración en 1996 de la **II Conferencia sobre Asentamientos Urbanos (Hábitat II)**, la cual aporta dos nuevos objetivos: vivienda adecuada para todos y la consolidación de los asentamientos urbanos sostenibles. Especialmente relevante es el establecimiento de un "código de buenas prácticas ambientales" que proporciona las líneas a seguir para la decisión de estrategias, programas y proyectos enmarcados dentro de un plan de acción que garantizará el futuro sostenible de los asentamientos humanos.

Un año después se celebra la **II Cumbre de la Tierra** en Nueva York (23-27 de junio de 1997), conocida como "Río+5" y a la que asisten 170 países. Su objetivo es determinar y reconocer los adelantos alcanzados en la aplicación de los acuerdos concertados en Río y promover acuerdos similares en el mundo, además de identificar posibles errores u omisiones. Sin embargo, y a pesar de la renovación de compromisos por parte de gobiernos, asociaciones y personas, pone en evidencia la lentitud con la que se ha avanzado y el no cumplimiento de algunos acuerdos por parte de ciertos países. Destacan entre sus aportaciones el Programa para el Cumplimiento de la Agenda 21 o el Plan de Acción para Promover el Desarrollo Sostenible. Cinco años después, la **III Cumbre de la Tierra**, celebrada en la ciudad sudafricana de Johannesburgo, en el año 2002, y conocida como "Río+10", reivindica el compromiso por el desarrollo sostenible y se centra en desafíos como la mejora de la calidad de vida de los seres humanos y la conservación de los recursos naturales del planeta con cinco áreas prioritarias: agua, energía, salud, agricultura y biodiversidad. Ninguna de las dos consiguen estar a la altura del "espíritu de Río".

CONCLUSIÓN. LA FILOSOFÍA DE LA SOSTENIBILIDAD

Sin duda, en todas estas aportaciones y en muchas otras aquí no citadas, ha sido prioritario el análisis

de las estrechas relaciones entre el hombre y el medio, así como el interés por solucionar los problemas relacionados con el medio ambiente y su conservación/presevación en favor de un futuro mejor. En la actualidad más del 50% de la población mundial vive en ciudades aunque, lamentablemente, éstas no siempre constituyen espacios “habitables”, es decir, no siempre salvaguardan adecuadamente la calidad de vida de sus habitantes y actualmente muchas de ellas constituyen ecosistemas con graves problemas para mantener su equilibrio. La profundización en el análisis de los llamados “problemas marrones”¹² entre los que sobresalen aquellos relacionados con el agua y el saneamiento, la eliminación de aguas residuales, la contaminación de la atmósfera o la gestión de los residuos, ha concedido al medio ambiente urbano, agente generador de paisaje y elemento conformador de la propia ciudad¹³, un lugar de privilegio en la investigación de los últimos años y ha hecho de la problemática ambiental una “cuestión política”¹⁴.

Las ciudades desempeñan, sin duda, un papel central para conseguir los objetivos del desarrollo sostenible¹⁵ y por esta razón se multiplican las actuaciones en favor de una mejora de las condiciones ambientales urbanas concretadas, muchas de ellas, en la “planificación ambiental urbana” asumiendo que la incorporación de parámetros ambientales a la hora de planificar se ha convertido en el argumento básico para alcanzar la sostenibilidad urbana¹⁶. Encarar los problemas urbanos, en especial los de raíz ambiental, e impulsar la participación ciudadana en las iniciativas locales, se presentan como aspectos prioritarios.

Para finalizar cabe decir que la “filosofía de la sostenibilidad” abarca todos los ámbitos de actuación sobre el medio y comporta la adopción de una nueva escala de valores, razón por la que la crisis de nuestro tiempo es más ética que tecnológica o económica¹⁷. “La búsqueda del desarrollo sostenible mediante la aplicación de criterios de calidad total se configura como condición absolutamente necesaria para el futuro, lo que lleva a plantear, en el mundo físico de la planificación, que lo que no es sostenible a la larga ni siquiera es estratégico y que ambos planteamientos, el de los planes estratégicos y el de la sostenibilidad, deben ir de la mano”¹⁸. Las ciudades deben hacerse social, económica y ecológicamente sostenibles, cumpliendo las necesidades básicas del hombre de vivienda, subsistencia y cohesión social¹⁹. Pero hacer de un asentamiento una ciudad o un pueblo sostenible implica que su población tanto la que en ella vive como la que en ella trabaja, mantenga una relación de equilibrio con su entorno natural y construido, presentando índices adecuados de calidad de vida. Por ello, y para finalizar, quisiera simplemente añadir, utilizando las palabras de Joan Subirats, que “es significativo adherirse a Río o firmar la carta de Aalborg, pero no deja de ser relativamente fácil. Orientar el futuro de nuestros municipios en la perspectiva del desarrollo sostenible es bastante más complejo”²⁰.

BIBLIOGRAFÍA

1. Vázquez, L. coordinador Tratado sobre Medio Ambiente, 2 vol. Madrid: Editorial Lafer; 1990: 36.
2. Red Española de Ciudades Saludables. España Saludable. Madrid: Federación Española de Municipios y Provincias; 1990: 9.
3. Red Española de Ciudades Saludables. España Saludable. Madrid: Federación Española de Municipios y Provincias; 1990: 24 y ss.
4. Comisión Mundial del Medio Ambiente y Desarrollo Nuestro Futuro Común. Madrid: Alianza Editorial; 1988: 10.
5. El Serafy, S. Sostenibilidad, medición de renta y crecimiento. En: Goodland, R. y Otros, editores. Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible. Madrid: Editorial Trotta; 1997: 73. p.73-87.
6. Cuerda, J.A. Hacia una ciudad sostenible. Revista Ciudades Saludables de Castilla-La Mancha 2001;8:139.
7. Lázaro, J.A. y Sierra, S. Una propuesta para el desarrollo sostenible y la calidad de vida local: las Agendas 21. Actas del XVII Congreso Nacional de Geógrafos Españoles; Oviedo: Universidad de Oviedo y AGE; 2001: 372.
8. Echevarría, C. y Aguado, I. Agenda 21 Local: estudio bibliográfico y análisis de una experiencia. Revista Ciudad y Territorio. Estudios Territoriales XXXVI 2004;139:71.
9. Comisión de las Comunidades Europeas. El Libro Verde sobre el Medio Ambiente Urbano. Bruselas, Luxemburgo; 1990.
10. Comisión Europea. Ciudades Europeas Sostenibles. Informe del Grupo de Expertos sobre Medio Ambiente Urbano. Bruselas: Dirección General de Medio Ambiente, Seguridad Nuclear y protección Civil; 1996: 3.
11. Cuerda, J.A. Hacia una ciudad sostenible. Revista Ciudades Saludables de Castilla-La Mancha 2001;8:143.
12. VV. AA. Recursos Mundiales. La Guía global del medio ambiente. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente, Instituto de Recursos Mundiales; 1998: 22.
13. Cañizares, M.C. Medio Ambiente Urbano. Conceptualización y aplicación a la ciudad de Puertollano (Ciudad Real). Revista Estudios Geográficos 2001; 242: 35-36.
14. Panadero, M. Las ciudades y el medio ambiente. Revista Anales del Centro de Albacete de la UNED 1998;14: 67.
15. Douglas, M. La ciudad y la comunidad: hacia la sostenibilidad del medio ambiente. En VV.AA. Recursos Mundiales. La Guía global del medio ambiente. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente, Instituto de Recursos Mundiales; 1998: 160.
16. Cañizares, M.C., La planificación ambiental urbana: argumento básico para la sostenibilidad en las ciudades. Revista Ciudades Saludables de Castilla-La Mancha 2001;8:157-163.
17. Folch, R. Ambiente, emoción y ética. Actitudes ante la cultura de la sostenibilidad. Barcelona: Ariel; 1998: 186.
18. Calvo Palacios, J.L. Planificación urbana y estratégica de la sostenibilidad. En VV.AA. Lecturas Geográficas. Homenaje a José Estébanez Álvarez, Vol. II. Madrid: Editorial Complutense; 1999: 1077.
19. Girardet, H. Ciudades. Alternativas para una vida urbana sostenible. Madrid: Atlas Gaia, Celeste Ediciones; 1992: 117.
20. Font, N. y Subirats, J. Editores. Local y sostenible. La Agenda 21 Local en España. Barcelona: Editorial Icaria; 2000: 8.

RED PALINOCAM: VIGILANCIA EN MADRID DEL POLEN AEROVAGANTE

PALINOCAM NETWORK: AIRBORNE POLLEN VIGILANCE IN MADRID

Patricia Cervigón Morales

Coordinadora Red Palinocam. Comunidad de Madrid

RESUMEN

El **Programa Regional de Control y Prevención del Asma** surge en el año 1992. El programa abordaba una estrategia con cuatro grandes áreas, entre ellas la Vigilancia Ambiental, que en el año **1993 formalizó la Red Palinológica de la Comunidad de Madrid (Red Palinocam)**. La red se constituye mediante la creación de un comité de expertos, coordinado desde el Instituto de Salud Pública, bajo la dirección técnica de la Facultad de Farmacia de la Universidad Complutense y está integrado por representantes de cada una de las instituciones involucradas. El marco jurídico se completa con acuerdos firmados con los ayuntamientos y con un convenio de colaboración entre la Universidad Complutense de Madrid y la Consejería de Sanidad y Consumo

El **objetivo prioritario**, basado en la red de muestreo de polen para el territorio de la Comunidad de Madrid, es el conocimiento del contenido polínico de su atmósfera que incide sobre la población afectada de polinosis en cada zona de nuestra área geográfica y en cada momento del año, datos de gran interés desde Salud Pública.

La **Red Palinocam** constituye una herramienta útil en Salud Pública, proporcionando información puntual, a través de Internet y del Servicio de Información Telefónica, durante todo el año de los muestreos aerobiológicos realizados. Así las personas que sufren problemas de alergia y los profesionales sanitarios que se encargan de sus cuidados y los distintos medios de comunicación, pueden conocer los tipos polínicos más frecuentes en cada momento y su concentración en el aire ambiente.

PALABRAS CLAVE: Polen. Vigilancia. Asma. Calidad del aire.

ABSTRACT.

Asthma Regional Programme started to give up in 1992 with four big areas. Palinocam network project was first set up in Madrid as a part of Asthma Regional Programme, comprised in a wider Environmental Subprogram: Palynological Network of Madrid Region (PALINOCAM NETWORK).

Palynological network is a multidisciplinary organization which has been working since 1993. In that moment an Experts Committee was created with This Experts Committee is coordinated by the Public Health Institute, under the technical Direction of Faculty of Pharmacy and is integrated by all of the involved institutions. This juridical framework is completed with individual agreements signed between the Councils and the Public Health Department, and with a Collaboration Agreement signed with the Madrid's Complutense University Faculty of Pharmacy.

This network main aim is to watch for aerobiological content in Madrid's air, for a best knowledge of patients expositions in each geographical area in en different moment. This information has a great interest for Public Health.

Palinocam Network is a useful tool in Public Health for offering information of aerobiological levels by Internet and Telephonic Service yearly .In this way allergic patients, sanitarians and media can know the most frequent pollen types in each season and its airborne level.

KEY WORDS: Pollen. Surveillance system. Asthma. Air quality.

INTRODUCCIÓN

Las plantas han sido objeto de estudio desde la antigüedad, aunque el conocimiento profundo, su sexualidad y reproducción no se planteó en un principio, sí se enunciaban teorías, que trataban de explicarlo. Las primeras plantas con polen y semillas aparecieron en el Paleozoico, fueron los pteridófitos, los primitivos helechos y primitivas gimnospermas, plantas con flores y semillas al descubierto. A finales del Paleozoico aparecen los musgos como la primera planta terrestre hace unos 425 millones de años. Las angiospermas, con semillas encerradas en un fruto aparecen en el Jurásico tardío, hace unos 130 millones de años, en la mitad de la era de los dinosaurios, siendo el último grupo de plantas con semillas en evolucionar. Desde el punto de vista clásico acerca de la evolución de las plantas con flores sugiere que las primeras angiospermas eran árboles perennes que producían grandes flores similares a las magnolias. Aunque si existe una relación cronológica evolutiva entre la forma floral y la evolución paralela de insectos polinizadores, no existe ningún registro fósil de plantas en esta etapa intermedia, y solamente se han encontrado registros de polen fósil de la era Paleozoica.

En la antigua Grecia, Anaxágoras de Clazomene (500-428 a. C.) consideraba que el aire era el vehículo dispersante de las "semillas" de todas las cosas; Hipócrates (460-377 a. C.), ilustre médico griego, afirmaba que el hombre enfermaba al inhalar aire infectado con "contaminantes hostiles", y no fue hasta el siglo XV cuando Monardi (1462-1536) se fijó en los estambres de las flores. En el siglo XVII empezó a considerarse el papel de la antera como órgano masculino, que albergaba el gametofito masculino: grano de polen. No fue hasta la invención del microscopio cuando se empezaron a estudiar morfológicamente los granos de polen: Nehemias Grew, botánico inglés, fue el primero en hacer descripciones microscópicas de ellos.

Los síntomas alérgicos producidos por el polen se describieron, ya en el siglo XVII, por el médico bruseliano Jean Baptiste Van Helmont como una reacción de hipersensibilidad del organismo: "Hasta entonces se describía una enfermedad debido al desequilibrio de los humores y afectaba a todo el individuo". Van Helmont, discípulo de Paracelso, lo denominó "catarro de las rosas", ya que se producía cuando florecían estas plantas. En el siglo XIX empezó a conocerse como "fiebre del heno", a la rinoconjuntivitis motivada por la alergia al polen; la primera descripción fue realizada por el médico inglés John Bostock en 1819, que pensó que el heno era la causa, pues era con la recogida de este cereal cuando mayor número de pacientes presentaban los síntomas.

Un médico inglés, Charles Harrison Blackley (Manchester 1820-1900), en 1873 demostró la relación entre los síntomas alérgicos y la presencia de polen atmosférico de gramíneas, estudiados en portaobjetos glicerizados previamente expuestos al aire, que

observó al microscopio óptico. Él mismo era alérgico y se realizó pruebas cutáneas en piel escarificada, poniéndola en contacto con granos de polen, y observando la aparición de habón y eritema; demostrando la correlación entre la reacción de hipersensibilidad específica al polen recolectado y la inoculación en la conjuntiva del ojo o en la piel; considerándose así a la **polinosis** como una enfermedad alérgica de hipersensibilidad inmediata mediada por unos factores séricos, a los que llamó "reagininas" (Inmunoglobulina E).

En la actualidad, esta afección es el trastorno inmunológico más frecuente en el ser humano, presentando test cutáneos positivos el 20% de la población, y siendo necesario el tratamiento clínico en el 5% de los casos. Aunque estos porcentajes parecen tener tendencia a aumentar. (Encuesta de Prevalencia de Asma de la Comunidad de Madrid, 1994. Galán y co.).

El polen es uno de los desencadenantes exógenos más importantes de procesos alérgicos entre la población. Durante las épocas de floración, la concentración de los granos de polen, provoca serios trastornos a un porcentaje de la población cada vez más amplio. Se ha evidenciado con datos recientes la importancia creciente de estos alergenitos tanto por la Prevalencia en aumento de sensibilizaciones, como por la asociación de algunos tipos polínicos con efectos severos, como el asma. Dependiendo del tamaño de partícula de cada grano de polen la respuesta será distinta, hasta 10 micras las partículas quedan retenidas en el árbol bronquial, y la respuesta será a nivel de mucosa nasal y conjuntival únicamente; sin embargo existen partículas micrónicas (2-5 micras) y paumicrónicas (< 2 micras) capaces de llegar a vías respiratorias inferiores y árbol bronquial y provocar efectos más severos. La relación existente entre las concentraciones de polen y la presencia de síntomas de asma es evidente (Estudio multicéntrico ISAAC, 1998; Aguinaga, 1999; Galán, 2001).

El Programa Regional de Control y Prevención del Asma surge en el año 1992. El programa abordaba una estrategia con cuatro grandes áreas, entre ellas la vigilancia aerobiológica, que en el año **1993 se for-**

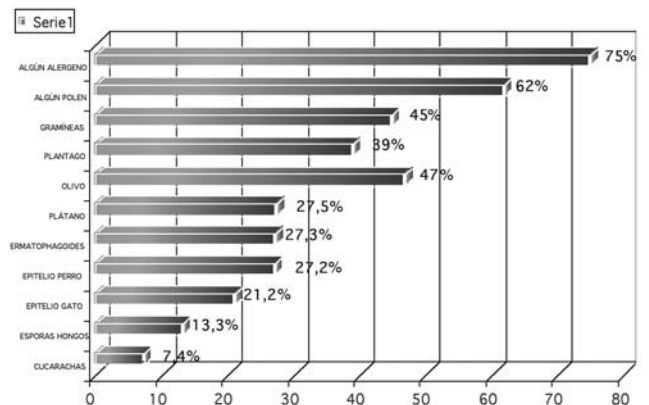


Figura I. Encuesta de Prevalencia de Asma de la Comunidad de Madrid, 1994. Galán y co.



Figura II. Red Palinocam. Programa Regional del Asma.

malizó y constituyó la Red Palinológica de la Comunidad de Madrid (Red Palinocam). La red se constituye mediante la creación de un comité de expertos, coordinado desde la Dirección General de Salud Pública y Alimentación, bajo la dirección técnica de la Facultad de Farmacia de la Universidad Complutense y está integrado por representantes de cada una de las instituciones involucradas. El marco jurídico se completa con acuerdos firmados con los ayuntamientos y con un convenio de colaboración entre la Universidad Complutense de Madrid y la Consejería de Sanidad y Consumo.

El **objetivo prioritario**, basado en la red de muestreo de polen para el territorio de la Comunidad de Madrid, es el conocimiento del contenido polínico de su atmósfera y elaboración del espectro y calendario polínico que incide sobre la población afectada de polinosis en cada zona de nuestra área geográfica y en cada momento del año, datos de gran interés desde Salud Pública.

El **comité de expertos** está coordinado desde el Instituto de Salud Pública de la Consejería de Sanidad y Consumo, bajo la dirección técnica de la Facultad de

Farmacia de la Universidad Complutense y está integrado por representantes de cada una de las instituciones involucradas. Este entramado institucional toma cuerpo con la creación de un comité de expertos mediante la Resolución 19/1994, de 4 de marzo (Boletín Oficial de la Comunidad de Madrid de 10/3/94), cuya composición se define mediante Resolución de 29 de noviembre de 1994 (BOCM de 7/12/94) y se modifica mediante Resolución 11163/98, de 12 de junio (BOCM de 6/7/98) y mediante Resolución 13/2000, de 21 de enero (BOCM de 2/2/00). El marco jurídico se completa con acuerdos firmados por los ayuntamientos con la Dirección General de Salud Pública de la Consejería de Sanidad y Consumo y con el convenio de colaboración firmado por el Instituto de Salud Pública de la Consejería de Sanidad y Consumo y la Facultad de Farmacia de la Universidad Complutense de Madrid. La última modificación de la composición del comité de expertos se publica en el Boletín Oficial de la Comunidad de Madrid con fecha 18 de agosto de 2004 (BOCM 18/08/04).

Está integrada por el Instituto de Salud Pública de la Consejería de Sanidad y Consumo, que la promueve y coordina, la Facultad de Farmacia, de la Universidad Complutense de Madrid, que ejerce la dirección técnica, los Ayuntamientos de Alcalá de Henares, Alcobendas, Aranjuez, Coslada, Getafe, Leganés, Madrid, el Centro de Asma y Alergia y el Centro de Salud Pública de Collado Villalba.

Desde el punto de vista de la Salud Pública interesa medir la exposición a la que está sometida la población. El total de población residente en los municipios en los que hay ubicado un captador es de 5.964.143 habitantes (Padrón Municipal de Habitantes: datos continuos 1 /1/05), lo que representa un 66% de la población total de la Comunidad de Madrid. Si consideramos otros municipios del área metropolitana que no tienen captador pero que por sus características fitogeográficas están representados por los captadores existentes, se puede decir que conocemos los niveles

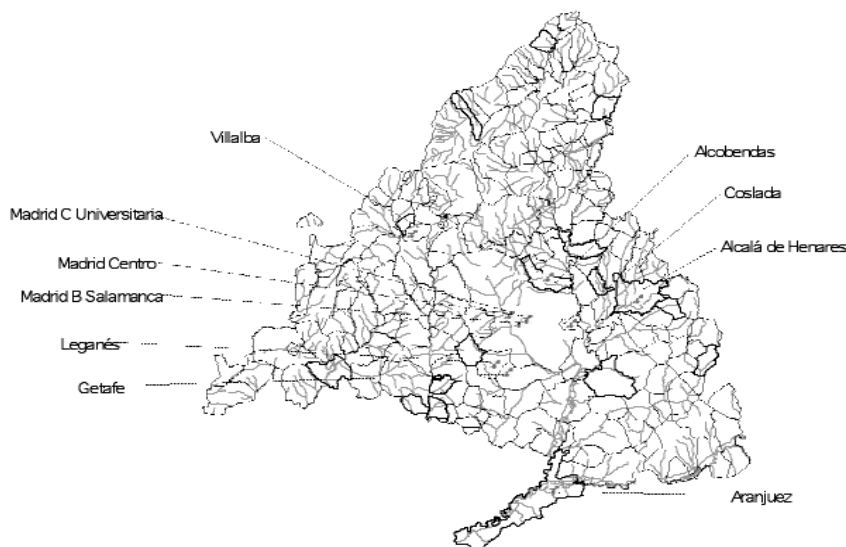


Figura III. Localización de los captadores.

de inmisión a que está expuesto más del 90% de la población de la Comunidad de Madrid. La ampliación de la Red Palinocam con un nuevo captador ubicado en el Centro de Salud Pública de Collado Villalba.

Población de la Comunidad de Madrid

| | |
|-------------------------------|-----------|
| Total | 5.964.143 |
| Resto Comunidad | 2.808.143 |
| Capital | 3.155.359 |
| Alcalá de Henares | 197.804 |
| Alcobendas | 103.149 |
| Aranjuez | 43.926 |
| Coslada | 82.894 |
| Getafe | 157.397 |
| Leganés | 181.248 |
| Collado-Villalba | 52.445 |
| F. Farmacia. C. Universitaria | |
| Ayto. Madrid-capital | 3.099.834 |
| C. Alergia -Bº Salamanca | . |

Fuente: INE 01/01/2005

Como se sabe, el polen, que está en la atmósfera para cumplir una función reproductora básica en el mundo vegetal, es uno de los desencadenantes exógenos más importantes de procesos alérgicos de diferente gravedad entre la población hipersensible, llegando en determinados casos a producir crisis asmáticas, por lo que el conocimiento de los niveles de

concentración de polen en la atmósfera es de gran interés para la Salud Pública. La Red Palinocam como sistema de vigilancia e información de las concentraciones de los tipos polínicos más alergénicos presentes realiza la Difusión de la información a través de Internet y el Servicio de Información Telefónica durante todo el año. La difusión de la información se refuerza en primavera, mediante el envío por fax de los boletines semanales a: centros de salud, servicios de urgencias, pediatría, neumología y alergología de los hospitales y por correo electrónico a las áreas sanitarias, profesionales sanitarios, sociedades científicas y medios de comunicación, así como a todos los particulares que lo solicitan por correo electrónico; así las personas que sufren problemas de alergia y los profesionales sanitarios que se encargan de sus cuidados y los distintos medios de comunicación pueden conocer los tipos polínicos más frecuentes en cada momento y su concentración en el aire ambiente, así como su posible evolución en el tiempo tomando como base la información acumulada por la Red Palinológica de la Comunidad de Madrid desde el año 1995.

Utilizando estos dos criterios (emisión/ inmisión y exposición) se diseñó una red de 10 captadores distribuidos en ámbitos biogeográficos significativos y ubicados en las zonas más densamente pobladas de la Comunidad de Madrid. Para la puesta en marcha de la red se contó con la participación de diversas Instituciones, siendo ésta una de las características más reseñables de la red, su **carácter multiinstitucional**: administraciones autonómica y locales, universidad y un centro privado. La red está compuesta por 10 captadores, 3 de los cuales están situados en el municipio de

Tabla I. Ubicación de los captadores.

| Localización | Emplazamiento | Dependencia institucional |
|---------------------|---|--|
| Municipio de Madrid | Ciudad Universitaria Pl. Ramón y Cajal s/n | Facultad de Farmacia. Universidad Complutense (Dirección técnica de la Red Palinocam) |
| | C/ Barceló, 6 | Departamento de Control de la Calidad del Aire. Ayto. de Madrid |
| | C/ General Pardiñas, 116 | Centro de Alergología |
| Área metropolitana | Alcobendas Ctra. Barajas Km. 14 | Laboratorio Municipal. Ayto. de Alcobendas |
| | Coslada Av. Constitución s/n | Laboratorio Municipal. Ayto. de Coslada |
| | Getafe Av. Aragón, 23 | Laboratorio Municipal. Ayto. de Getafe |
| | Leganés Av. Fuenlabrada, 76 | Laboratorio Municipal. Ayto. de Leganés |
| Vega del Henares | Alcalá de Henares C/ Santiago, 13 | Laboratorio Municipal. Ayto. de Alcalá de Henares |
| Vega del Tajo | Aranjuez C/ 1º de Mayo, 1 | Laboratorio Municipal. Ayto. de Aranjuez |
| Sierra | Collado Villalba C/ Piedrahita, S/N | Centro de Salud Pública. Area 6.2. Dirección General de Salud Pública |

Madrid y 7 están distribuidos en áreas seleccionados de la Comunidad de Madrid (tabla I).

POLEN AEROVAGANTE

La presencia de polen aerovagante tiene un papel importante en la salud de la población, por su capacidad de ocasionar diversos procesos alérgicos y crisis asmáticas. El polen atmosférico procede de los árboles y plantas de nuestro entorno; parques y jardines de nuestras ciudades y campos que las rodean, los cuales polinizan a través del aire (polinización anemófila) y no a través de los insectos (polinización entomófila). Cada especie tiene su específico periodo de floración y polinización, lo cual depende de la climatología, a su vez condicionada por la latitud y altitud y de las condiciones meteorológicas en los distintos periodos de floración. La presencia de polen en la atmósfera depende de la propia emisión de las plantas productoras y de la dispersión y dinámica de los granos de polen, que como la de cualquier partícula transportada por el aire, se ve influenciada por los fenómenos meteorológicos, siendo muy susceptibles a las variaciones anuales de pluviosidad (Sáenz C., 1983; Subiza J., 1992). Estudios previos han demostrado que se puede predecir la intensidad de los niveles de polen en la atmósfera, utilizando series de datos suficientemente largas y variables meteorológicas (Subiza J., 1992). Las gramíneas representan, con mucho, la causa más importante de polinosis en la España de clima continental (Subiza J., 1992).

Principales plantas de polinización invernal

- Fam. Cupressaceae/Taxaceae. G^o Fraxinus.

Principales plantas de polinización primaveral

- Genero *Platanus* (Plátano de paseo)
- G^o *Plantago*
- *Olea europaea* L.
- Fam. *Poaceae* (gramíneas)

Principales plantas de polinización estival

- Fam. *Urticaeae*

¿Cómo se hacen los recuentos polínicos?

La captura de partículas aerovagantes en la atmósfera puede hacerse básicamente por dos métodos. Los métodos gravimétricos y los métodos volumétricos, los primeros basados en la gravimetría de las partículas y su comportamiento dinámico en la atmósfera y los segundos empleando una fuente de succión, con un volumen conocido de aire. Las ventajas del captador volumétrico son su simplicidad, sencillez en el manejo y en el mantenimiento, el muestreo continuo y su robustez. Únicamente necesita una fuente de alimentación. Su coste es elevado y supone un método no viable, que no permite el cultivo de las muestras obtenidas. En cada uno de estos puntos hay instalado un captador volumétrico tipo Hirst-Burkard, aceptado por las redes internacionales y homologado por la Unión Europea.

Tabla II. Consejos y medidas preventivas para los días de máxima concentración de polen.

- Conocer el tipo de polen al que está sensibilizado y la época de floración de cada una de las especies.
- Seguir las pautas de medicación prescritas por el médico.
- Utilizar gafas de sol y medidas de protección en el exterior.
- Viajar en coche con las ventanillas cerradas (evitando desplazamientos en moto o bicicleta).
- Mantener las ventanas cerradas en el domicilio durante la noche, aireando antes del mediodía. Si es posible emplear filtros en el aire acondicionado.
- Además del polen, existen otros factores añadidos que pueden producir empeoramiento de los síntomas, que conviene evitar: humos y vapores, olores fuertes, contaminación atmosférica, cambios bruscos de temperatura.
- Las concentraciones de polen son mayores a primera hora de la mañana y última de la tarde. Se producen concentraciones puntualmente elevadas en los días con vientos fuertes y tormentas primaverales de alto contenido eléctrico.

Las muestras diarias que se recogen corresponden a un volumen de aire muestreado conocido; una vez teñidas con fucsina básica, se realiza un barrido de las muestras al microscopio óptico identificándose individualmente los granos de polen y expresándose los recuentos como concentración media diaria de los granos de polen por metro cúbico de aire.

CONCLUSIONES

La **Red Palinocam** constituye una herramienta útil en Salud Pública proporcionando información puntual durante todo el año de los muestreos aerobiológicos realizados en cada época del año.

Es objetivo prioritario de la **Red Palinocam** continuar y mejorar en lo posible el trabajo que se ha venido realizando por todos sus miembros con el fin común del conocimiento e información del contenido aerobiológico del aire de nuestra Comunidad de Madrid.

La **Red Palinocam** de la Comunidad de Madrid, ha sido fuente de valiosa de información sobre la situación del asma en nuestra región, como un sistema de vigilancia de las crisis asmáticas, y cuyos datos son de una importancia capital para conocer y detectar la intensidad y la asociación entre los niveles polínicos y las crisis asmáticas, dado el impacto real y potencial que esta enfermedad genera en la sociedad.

AGRADECIMIENTOS:

A D. José M^a Ordóñez Iriarte y D. Emiliano Aránguez Ruiz, por su dedicación y esfuerzo en la constitución y desarrollo de la Red Palinocam desde el comienzo de su existencia y por su estímulo continuo en el trabajo de coordinación que he venido realizando después de la brillante estela dejada por ambos.

A Dña. Montserrat Gutiérrez Bustillo, Directora Técnica de la Red, por su apoyo incondicional y confianza.

A los miembros del comité de expertos, responsables de los captadores y becarios de la Red Palinocam, por su inestimable e incansable trabajo y dedicación desde 1993.

BIBLIOGRAFÍA

1. Aguinaga I, Arnedo A, Bellido J, Guillén F, Morales M. Prevalencia de síntomas relacionados con el asma en niños de 13-14 años de 9 poblaciones españolas. Estudio ISAAC (International Study of Asthma and Allergies in Childhood). *Med Clin (Barc)* 1999; 112: 171-175. (M).
2. Asma polínico. (Método volumétrico). Estudio multicéntrico. SEA. En: J. CIVIS & M.F. VALLE (eds.) *Actas de Palinología*: 211-220. Salamanca.
3. Bennich HH, Ishizaka K, Johansson SGO, Rowe DS, Stanworth DR, Ferry ViD. Immunoglobulin E, a new class of human immunoglobulin. *World Health Organ.* 1968;38:151-152.
4. Blackley CH. Experimental researches on the causes and nature of Catarrhus Aestivus (Hay fever or Hay asthma), 1873: 1-202. (Reprinted by Dawson's. London, 1959).
5. Bostock J. (1819). Case of a periodical affection of the eyes and chest. *Medico-Chirurgical Transaction.* London .10:161-162.
6. Cour P. Nouvelles techniques de detection des flux et retombees polliniques: etude de la sedimentation des pollens et des spores à la surface du sol. *Pollens et spores* 1974; 16:103-141.
7. Galán I., Martínez M. Encuesta de prevalencia de Asma de la Comunidad de Madrid (C.M.) Dirección General de Salud Pública. Consejería de Salud. Documento Técnico de Salud Pública.
8. Gutiérrez, M., Sáenz, C., Aránguez, E., Ordoñez, J.M. Polen atmosférico en la Comunidad de Madrid. Documento Técnico de Salud Pública N^o 70.
9. HIRST, J.M. (1952). An automatic volumetric spore-trap. *Ann. Appl. Biol.*, 39 (2): 257-265.
10. ISAAC. The International Study of Asthma and Allergies in Childhood Steering Committee. (1998). Worldwide variations in the prevalence of asthma symptoms: the International Study of Asthma and Allergies in Childhood (ISAAC). *Eur Respir J* 1998; 12: 315-335.
11. Ordoñez, M. Gutiérrez, E. Aránguez E I. Galán (1994). Red palinológica de la Comunidad de Madrid. *Bol. Epidemiológico Comun. Madrid*, 3(20).
12. Sáenz Laín C. (1978). Polen y Esporas (Introducción a la Palinología y vocabulario palinológico). Ed. H. Blume, Madrid.
13. Sáenz Laín C., Gutiérrez Bustillo M. El contenido polínico de la atmósfera de Madrid. *Anales del Jardín Botánico Madrid* 1983; 39: 433-463.
14. Spiekma F Th M. (1983). Airborne pollen concentration in Lei den. The Netherlands 1977-1981. Trees and shrubs flowering in the spring. *Grana* 22:119-128.
15. Subiza J et al. (1998). ¿Cuáles son los pólenes que producen polinosis epidémica en el medio urbano de Madrid? *Rev. Esp. Alergol. Inmunol. Clín.* 13(2): 107-119.
16. SUBIZAJ., Jerez M., Subiza E. Introducción a la aerobiología de las gramíneas. *Rev Esp Alergol Inmunol Clín* 1992a; 45:151-161.

CIANOBACTERIAS Y CIANOTOXINAS: NECESIDAD DE SU CONTROL EN EL AGUA DE CONSUMO HUMANO

CYANOBACTERIA AND CYANOTOXINS: NEED FOR THEIR CONTROL IN WATER FOR HUMAN CONSUMPTION

Ana M^a Cameán Fernández¹, Isabel Moreno Navarro, Ángeles Jos Gallego, Guillermo Repetto Kuhn, Silvia Pichardo Sánchez y Ana Isabel Prieto Ortega

¹Cátedra de Toxicología. Facultad de Farmacia. Universidad de Sevilla.

RESUMEN

Las floraciones de cianobacterias se están convirtiendo en un importante problema en la calidad del agua en muchos países del mundo, debido a la producción de cianotoxinas, con actividad hepatotóxica y neurotóxica, que las convierten en un riesgo para la salud. Entre ellas, las microcistinas (MC) son las toxinas más frecuentemente detectadas en aguas superficiales. En este trabajo revisamos de forma sucinta los posibles riesgos tóxicos derivados de la exposición a MC, fundamentalmente por consumo de aguas contaminadas, lo que justifica en definitiva la necesidad de llevar a cabo programas de monitorización y control de las mismas.

PALABRAS CLAVE: cianotoxinas, microcistinas, aguas consumo humano, toxicidad.

INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas se ha producido un incremento en la frecuencia, intensidad y distribución geográfica de episodios tóxicos en el medio acuático, debido a la proliferación masiva de algas cianofíceas (blue-green algae) o cianobacterias productoras de toxinas, motivado en parte por niveles cada vez mayores de nutrientes exógenos, de forma que hoy día se reconoce a nivel mundial que en cada país se presentan estos crecimientos anormales¹.

Las cianotoxinas son muy diversas en su estructura química y toxicidad² y se clasifican según los efectos tóxicos producidos en animales y humanos en: dermatotoxinas (lipopolisacáridos, linybyatosina-a, aplisitoxinas), neurotoxinas (anatoxina-a, homoanatoxina-a, anatoxina-a(s), saxitoxinas), y hepatotoxinas (microcistinas, nodularina y cilindrospermopsi-

ABSTRACT

Cyanobacterial waterblooms are becoming an important water quality problem in many countries in the world, as a result of its hepatotoxic and neurotoxic cyanotoxins production, which make these toxins a health risk. Microcystins (MC) are the most frequent cyanotoxins detected on superficial freshwaters. In the present work, toxic risks derived from exposure to MC have been revised, mainly due to the consumption of contaminated waters. This fact makes necessary to perform control and monitoring programs.

KEYWORDS: cyanotoxins, microcystins, water human consumption, toxicity.

na). Entre ellas, las microcistinas (MC) son las toxinas más frecuentemente detectadas en aguas superficiales. Poseen una estructura heptapeptídica, de bajo peso molecular, y son producidas por diferentes especies pertenecientes a los géneros *Microcystis*, *Anabaena*, *Oscillatoria*, *Nostoc*, *Anaenopsis*, y *Aphanizomenon*. Han originado intoxicaciones tanto en animales como en humanos, a veces incluso fatales, destacando asimismo por su potencial capacidad de promover cáncer en humanos tras exposición crónica, por lo que están consideradas no sólo un problema ambiental, ecotoxicológico, sino también y principalmente, sanitario³.

Los estudios toxicológicos realizados hasta la actualidad han conducido al establecimiento de una ingesta diaria tolerable (IDT) de 0,04 µg/Kg/día de MC-LR⁴ y de un valor guía provisional de 1,0 µg/L de MC-

LR en aguas de bebida, por la Organización Mundial de la Salud⁵, comprendiendo tanto las MC intra como las extracelulares. En España, el Real Decreto 140/2003 (7 de Febrero de 2003) regula que los niveles máximos de MC sean de 1 µg/L.

En este trabajo revisamos de forma sucinta los posibles riesgos tóxicos derivados de la exposición a MC, fundamentalmente por consumo de aguas contaminadas, lo que justifica en definitiva la necesidad de llevar a cabo programas de monitorización y control de las mismas. Entre los factores fundamentales a tener en cuenta en la evaluación de riesgos tóxicos⁶ por MC, se encuentran:

- 1) la toxicidad de estas toxinas, responsables de intoxicaciones agudas y crónicas en humanos y animales, y
- 2) la probabilidad de exposición a MC, prestando especial atención a la exposición humana por consumo de aguas de bebida contaminadas.

ESTRUCTURA QUÍMICA

La estructura de las MC se caracteriza por ser cíclica (900-1100 Daltons), bastante estable en agua, formada por siete aminoácidos, de los cuales cinco suelen ser comunes, destacando en posición 5, el residuo Adda (ácido 3-amino-9-metoxi-2, 6, 8-trimetil-10-fenildeca-4, 6- dienoico). Las variaciones más frecuentes se producen por sustituciones de dos L-aminoácidos distintos (en las posiciones 2 y 4) y por desmetilaciones de los aminoácidos de la posición 3 y/o 7. Los L-aminoácidos se indican con un sufijo de dos letras; por ejemplo MC-LR contiene leucina (L) en la posición 2 y arginina (R) en la posición 4. Actualmente se conocen unas 80 variantes de MC, destacando las MC-LR, MC-RR y MC-YR⁷.

Según su toxicidad se pueden clasificar en tres grupos:

- 1) Toxicidad elevada: MC-LR, -LA, -YR;
- 2) Toxicidad moderada: MC-WR, las MC desmetiladas en Mdha y β-Me-Asp;
- 3) las MC de toxicidad baja: MC-LY, -RR.

Los estudios acerca de la influencia de los sustituyentes sobre la acción tóxica de las toxinas han revelado que tanto los L-aminoácidos, el Adda y el D-glu libre juegan un papel muy importante en la hepatotoxicidad de las mismas.

PRINCIPALES VÍAS DE EXPOSICIÓN

En humanos, la exposición a MC puede ocurrir por:

- 1) Vía oral, de forma directa por el consumo de agua contaminada con células de cianobacterias tóxicas, siendo ésta la principal fuente de exposición, que ha originado hepatotoxicosis agudas y crónicas. Se advierte hoy cada día más la necesidad de conocer otras posibles fuentes de exposición humana, de carácter indirecto, tales como alimentos. De hecho, se ha constatado la acumulación de toxinas en pescados, mejillones, que han ingerido dichas cianobacterias, y en vegetales regados con aguas contaminadas, así como la exposición

involuntaria por consumo de suplementos alimentarios de algas contaminados⁸.

- 2) Otras vías de exposición son la vía dérmica, por contacto con floraciones, originándose reacciones alérgicas.
- 3) La vía inhalatoria resulta ser minoritaria, por la práctica de duchas, baños y deportes acuáticos.

Debido al rechazo de la población a beber agua contaminada con cianobacterias por el mal olor y sabor producidos por éstas, no se han llegado a producir grandes fatalidades como resultado de la exposición a las MC. Sin embargo, se han producido intoxicaciones letales en pacientes sometidos a hemodiálisis, como la ocurrida en Brasil en 1996, debido a que el agua utilizada para el tratamiento procedía de un depósito contaminado con cianobacterias⁹.

TOXICIDAD

La mayoría de los estudios existentes de toxicidad aguda con MC revelan que son toxinas primariamente hepatotóxicas en mamíferos, encontrándose cambios en la estructura celular, alteraciones bioquímicas séricas indicadoras del daño hepático¹⁰, dando lugar a una necrosis hepatocelular hemorrágica extensa y una disrupción sinusoidal. Asimismo se señalan daños celulares en riñón¹¹ e intestino, que podrían deberse igualmente a la presencia en estos tejidos del transportador de sales biliares responsable de la entrada de las MC a la célula. La DL-50 de los diferentes congéneres en ratón, vía intraperitoneal, varía entre 50 (MC-LR) y 600 (MC-RR) µg/Kg.

En comparación con los mamíferos, existe menos información sobre la patología inducida por MC en peces, afectándose además del hígado, otros órganos como riñón, corazón, branquias, piel, médula y sangre¹². Se produce una disociación y degeneración de hepatocitos y dilatación de la cápsula de Bowman en riñón; a dosis mayores se destruye la arquitectura del parénquima hepático, se produce degeneración tubular renal y necrosis del epitelio tubular.

Siendo más significativos los estudios de toxicidad de dosis repetidas (subcrónicos) y crónicos a largo plazo, por la propia fuente de exposición en humanos (aguas), éstos sin embargo son muy escasos^{10, 13-14}, observándose daños celulares a nivel hepático, renal, intestinal, corazón y glándulas adrenales.

En humanos tienen acción fundamentalmente hepatotóxica, aunque también dan lugar a alteraciones gastrointestinales, reacciones alérgicas e inmunotóxicas, y síntomas parecidos a la neumonía¹⁵. Se necesita investigar asimismo la potencial toxicidad renal y nerviosa de estas toxinas en humanos⁸. Aunque no han sido revisadas aún por la Agencia Internacional de Investigaciones sobre el Cáncer (IARC), por su acción promotora de tumores en animales de experimentación y su actividad inductora de daño en el ADN por mecanismo citotóxico¹⁶, diversos estudios epidemiológicos sugieren una mayor incidencia de carcinoma hepatocelular y cáncer colorectal, en

zonas cuyas aguas de bebida están contaminadas por MC¹⁷⁻¹⁸. Por ello, es totalmente imprescindible una adecuada monitorización de las MC en aguas de bebida, advirtiéndose la necesidad de conocer otras posibles fuentes de exposición humana, tales como alimentos.

Estas toxinas se absorben fundamentalmente por un transportador específico de sales biliares localizado en el hepatocito¹⁹. Se acepta que a nivel subcelular son inhibidores específicos de las fosfatasa de proteína tipo 1 (PP1) y tipo 2A (PP2A), las cuales regulan multitud de procesos biológicos. Esta inhibición causa un aumento en la fosforilación de las proteínas celulares que activa la cascada de las caspasas desencadenándose el proceso de apoptosis con el consecuente daño celular²⁰. Siendo éste el mecanismo de acción más aceptado, hoy día están tomando gran interés las evidencias que sugieren que el estrés oxidativo puede jugar un papel muy significativo en la patogenicidad de estas toxinas tanto en mamíferos²¹⁻²² como en peces²³.

NIVELES GUÍA

Los diversos estudios toxicológicos realizados hasta la actualidad han conducido al establecimiento de una Ingesta Diaria Tolerable (IDT) de 0,04 µg/Kg/día de MC-LR. El peligro de promoción de tumores por exposición crónica a través del agua de bebida ha sido la principal razón para el establecimiento de niveles de seguridad para estas toxinas por parte de la Organización Mundial de la Salud que ha adoptado⁵ un valor guía provisional de 1,0 µg/L de MC-LR en aguas de bebida, comprendiendo tanto las MCs intra como las extracelulares. En Europa, las toxinas de cianobacterias aún no están claramente reguladas, aunque la Directiva 2000 (2000/60/EC) las considera específicamente como potenciales contaminantes peligrosos. Diversos países, como Brasil, Nueva Zelanda, y europeos como Gran Bretaña, Francia²⁴, incluyendo España (R.D. Decreto 140/2003) han adoptado este valor guía. Otros como Canadá proponen el valor de 1,5 µg/L, y Australia propone un rango de valores comprendido entre 1,3 µg/L, para exposiciones a lo largo de toda la vida, y 10,0 µg/L en el caso de exposición a corto plazo.

Existe además una propuesta de valor guía de 10 µg/g de MC-LR en suplementos alimentarios, y en Oregón (USA), se ha establecido un valor máximo de 1 µg/g en alimentos²⁵.

TOXICIDAD DE FLORACIONES EN LA PENÍNSULA IBÉRICA

A pesar de su ubicuidad, los estudios acerca de la toxicidad de floraciones en la región Mediterránea no son muy abundantes, a excepción de Portugal, Francia y Marruecos²⁶. Las primeras evidencias de floraciones tóxicas de cianobacterias en la península Ibérica datan de la década de los 90, en aguas portuguesas. Diversas floraciones detectadas en el río Guadiana han provocado mortandad de peces y epi-

sodios de gastroenteritis en humanos en la zona sur, concretamente en Mértola²⁷. En España, sin embargo, este fenómeno ha estado menos documentado²⁸, siendo en fechas más recientes cuando se abordan los trabajos de identificación y cuantificación de las MC involucradas²⁹ en zonas diversas, como: diferentes embalses de Cataluña, río Tajo^{30,31}, río Segura³², y embalses de la zona centro de Madrid³³.

Investigaciones llevadas a cabo por nuestro equipo, en colaboración con el grupo de investigación de la Dra. Franca (Unidad de Ecotoxicología del Instituto de Salud Ricardo Jorge de Lisboa), nos han permitido detectar floraciones tóxicas en el río Guadiana, cuyas aguas se destinan al riego de cultivos, actividades recreacionales y prácticas deportivas (pesca). Se cuantificaron concentraciones de MC superiores al límite máximo recomendado por la OMS, se aislaron y cultivaron las distintas especies implicadas, siendo el perfil toxicológico de tres estirpes de *M. aeruginosa* muy variable^{34,35}. Se concluye que:

- 1) La aparición amplia y repentina de variaciones en la densidad fitoplanctónica de estas aguas, dependiendo de la distribución espacial de los sitios de muestreo y temporal, repercute en la dificultad de definir una estrategia adecuada de muestreo.
- 2) Al menos algunas de las floraciones tóxicas detectadas en el Guadiana en su curso por el sur de Portugal pueden tener su origen corriente arriba, en la parte española.
- 3) Se producen variaciones tóxicas inter e intra especies de cianobacterias dentro de una misma floración, lo que demuestra la naturaleza totalmente impredecible en lo que respecta a la toxicidad global de las aguas en las que se producen.

De forma general, se considera que la producción de toxinas en aguas naturales está influida por tres factores principales³⁶:

- 1) la dinámica del fitoplancton, con variaciones espacial y temporal en la abundancia relativa o biomasa de especies productoras de toxinas;
- 2) la presencia variable de cepas productoras/no productoras de MC, con diferentes características tóxicas y de crecimiento, y
- 3) factores ambientales diversos (concentración de nutrientes, temperatura, luz, metales, etc.) que afectan a la producción de toxinas.

Consecuentemente, no existen aún modelos que puedan predecir las concentraciones de toxinas en aguas naturales, al no existir un patrón global de comportamiento en la presencia y toxicidad de las floraciones.

Aunque se han desarrollado diferentes métodos que permiten determinar la toxicidad en aguas superficiales, aún no se ha aceptado ninguno como método estándar por las agencias oficiales de medio ambiente; además, para una precisa evaluación de la toxicidad y estudio del perfil tóxico de las variantes presentes, se requiere más de una técnica³⁷. Dichos métodos pueden ser biológicos, bien de tipo bioquímico como los ensayos de inhibición de las

fosfatasas de proteína, o pueden ser diferentes bioensayos (bioensayo en ratón, con invertebrados) o tratarse de ensayos inmunológicos (ELISA) muy sensibles y rápidos, utilizándose todos ellos como técnicas de screening semicuantitativas, cuyos resultados deben confirmarse por métodos más sofisticados, tales como los métodos químicos. Entre estos últimos destacan la cromatografía líquida de alta resolución (CLAE), con diferentes detectores, y la electroforesis capilar²⁹, que permiten conocer la identidad y la cuantificación de las toxinas individuales en muestras diversas (aguas, floraciones de cianobacterias, pescados, etc.); en los últimos años, se está aplicando la espectrometría de masas acoplada a la cromatografía líquida (CL-EM)³¹⁻³⁸. Mediante la técnica MALDI-TOF-MS, se consigue una rápida detección, con sólo pequeñas cantidades de material celular, sin necesidad de incluir etapas de extracción o purificación. Los métodos basados en la reacción en cadena de la polimerasa (PCR) están permitiendo la detección rápida de la potencialidad tóxica de las floraciones de cianobacterias, o de determinadas especies³³.

En resumen, las investigaciones sobre el desarrollo y optimización de métodos sensibles, sencillos y rápidos que permitan una adecuada monitorización de estas toxinas, es un reto importante para los científicos dedicados a este tema. Ello nos permitirá disponer de datos más fiables para establecer un rango de concentraciones relevantes en el medio ambiente, y evaluar el riesgo derivado de la presencia de estas toxinas en aguas y alimentos contaminados. Controlando en definitiva, la calidad y seguridad de los mismos. Asimismo, es necesario profundizar y desarrollar estudios toxicológicos *in vivo* e *in vitro* de las MC, especialmente en el caso de otros congéneres diferentes a MC-LR, lo cual es imprescindible para mejorar el proceso de evaluación del riesgo tóxico por estas toxinas.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la CICYT (AGL-2002-02622) la financiación de las investigaciones contenidas en este trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

- De Figueiredo D, Azeiteiro UM, Esteves SM, Goncalves FJM, Pereira MJ. Microcystin-producing blooms –a serious global public health issue. *Ecotox. Environ. Safety* 2004; 59: 151-163.
- Briand J-F, Jacket S, Bernard C, Humbert J-F. Health hazards for terrestrial vertebrates from toxic cyanobacteria in surface water ecosystems. *Vet. Res.* 2003;34: 361-377.
- Carmichael WW, Azevedo SM, An JS, Molica RJ, Jochimsen EM, Lau S, Rinch KL, Shaw GR, Eaglesham GK. Human fatalities from cyanobacteria: chemical and biological evidence for cyanotoxins. *Environ. Health Perspect.* 2001; 109: 663-668.
- Chorus I, Bartram J. *Toxic Cyanobacteria in Water. A Guide to their Public Health Consequences, Monitoring and Management.* E & FN Spon, London; 1999.
- WHO. *Guidelines for Drinking Water Quality, 2nd Edition, Addendum Volume 2, Health Criteria and other supporting information.* World Health Organization, Geneva; 1998.
- IPCS. *Assessing human health risks of chemicals: derivation of guidance values for health-based exposure limits.* Environmental Health Criteria. WHO, Geneva, p. 1-74; 1995.
- Sivonen K, Jones G. Cyanobacterial toxins. En: Chorus I, Bartram J (eds.). *Toxic Cyanobacteria in Water: a Guide to their Public Health Consequences, Monitoring and Management.* E.& FN Spon, London; 1999. p. 41-111.
- Dietrich D, Hoeger S. Guidance values for microcystins in water and cyanobacterial supplement products (blue-green algal supplements): a reasonable or misguided approach?. *Toxicol. Appl. Pharmacol.* 2005; 203:273-289.
- Azevedo SM, Carmichael WW, Jochimsen EM, Rinehart KL, Lau S, Shaw GR, Eaglesham GK. Human intoxication by microcystins during dialysis treatment in Caruaru-Brazil. *Toxicology* 2002; 181-182: 441-446.
- Fawell JK, Mitchell RE, Everett DJ, Hill RE. The toxicity of cyanobacterial toxins in the mouse: I Microcystin-LR. *Human Exper. Toxicol.* 1999; 18:162-167.
- Nobre AC, Jorge MC, Menezes DB, Fonteles MC, Monteiro HS. Effects of microcystin-LR in isolated perfused rat kidney. *Braz. Med. Biol. Res.* 1999; 32:985-988.
- Fischer WJ, Dietrich DR. Pathological and biochemical characterization of microcystin-induced hepatopancreas and kidney damage in carp (*Cyprinus carpio*). *Toxicol. Appl. Pharmacol.* 2000;164; 73-81.
- Falconer IR, Burch MD, Steffensen DA, Choice A, Coverdale OR. Toxicity of the blue-green algae (cyanobacterium) *Microcystis aeruginosa* in drinking water to growing pigs, as an animal model for human injury and risk assessment. *J. Environ. Toxicol. Water Qual.*, 1994; 9:131-139.
- Ueno Y, Makita Y, Nagata S, Tsutsumi T, Yoshida F, Tamura S, Sekijima M, Tashiro F, Harada T, Yoshida T. No Chronic Oral Toxicity of a Low Dose of Microcystin-LR, a Cyanobacterial Hepatotoxin, in Female BALB/c Mice. *Environ. Toxicol.* 1999; 14:45-55.
- Falconer IR. An overview of Problems caused by toxic Blue-Green Algae (Cyanobacterial) in drinking and recreational waters. *Environ Toxicol*, 1999; 14:5-12.
- Lankoff A, Krzowski L, Glab J, Banasik A, Lisowska H, Kuszewski T, Gozdz S, Wojcik A. DNA damage and repair in human peripheral blood lymphocytes following treatment with microcystin-LR. *Mutat. Res.* 2004; 559:131-142.
- Yu SZ. Primary prevention of hepatocellular carcinoma. *J. Gastroenterol. Hepatol.* 1995; 10:674-682.
- Zhou L, Yu H, Chen K. Relationship between microcystin in drinking water and colorectal cancer. *Biomed. Environ. Sci.* 2002;15:166-171.
- Runnegar MT, Berndt N, Kaplowitz N. Microcystin uptake and inhibition of protein phosphatases: Effects of chemoprotectants and self-inhibition in relation to known hepatic transporters. *Toxicol Appl Pharmacol* 1995; 134:264-272.
- Hooser SB. Fulminant hepatocyte Apoptosis *in vivo* following Microcystin-LR administration to rats. *Toxicol. Pathol.* 2000;28: 726-733.

21. Bouaicha N, Maatouk I. Microcystin-LR and nodularin induce intracellular glutathione alteration, reactive oxygen species production and lipid peroxidation in primary cultured rat hepatocytes. *Toxicol. Letters* 2004; 148:53-63.
22. Moreno I, Pichardo S, Jos A, Gómez-Amores L, Mate A, Vazquez CM, Cameán AM. Antioxidant enzyme activity and lipid peroxidation in liver and kidney of rats exposed to microcystin-LR administered intraperitoneally. *Toxicol* 2005; 45: 395-402.
23. Jos A, Pichardo S, Prieto Ai, Repetto G, Vazquez CM, Moreno I, Cameán AM. Toxic Cyanobacterial cells containing Microcystins induce oxidative stress in exposed Tilapia fish (*Oreochromis* sp) under laboratory conditions. *Aquat. Toxicol.* 2005;72:261-271.
24. Hoeger SJ, Hitzfeld BC, Dietrich DR. Occurrence and elimination of cyanobacterial toxins in drinking water treatment plants. *Toxicol. Appl. Pharmacol.* 2005;203:231-242.
25. USEPA. Creating a cyanotoxin target list for the unregulated contaminant monitoring rule. United States Environmental Protection Agency Meeting, Cincinnati, USA; 2001.
26. Oudra B, Loudiki M, Sbiyyaa B, Martins R, Vasconcelos V, Namikoshi N. Isolation, characterization and quantification of microcystins (heptapeptides hepatotoxins) in *Microcystis aeruginosa* dominated bloom of Lalla Takerkoust lake-reservoir (Morocco). *Toxicol* 2001;39:1375-1381.
27. Vasconcelos VM. Cyanobacterial toxins in Portugal: effects on aquatic animals and risk for human health. *Braz. J. Med. Biol. Res.* 1999;32:249-254.
28. Garcia-Villada L, Rico M, Altamirano M, Sanchez-Martin L, Lopez-Rodas V, Costas E. Occurrence of copper resistant mutants in the toxic cyanobacteria *Microcystis aeruginosa*: characterization and future implications in the use of copper sulfate as algacide. *Water Res.* 2004;38:2207-2213.
29. Agute EC, Gago-Martinez A, Leao JM, Rodriguez-Vázquez JA, Menard C, Lawrence JF. HPLC and HPCE Analysis of Microcystins RR, LR, and YR Present in Algae Samples and Water by using Immunoaffinity Extraction. *Talanta* 2003;59:697-705.
30. Barco M, Rivera J, Caixach J. Analysis of cyanobacterial hepatotoxins in water samples by microbore reversed-phase liquid chromatography-electrospray ionisation mass spectrometry. *J. Chromatogr. A* 2002; 959:103-111.
31. Barco M, Lawton LA, Rivera J, Caixach J. Optimization of intracellular microcystin extraction for their subsequent analysis by high-performance chromatography. *J. Chromatogr. A* 2005 (in press).
32. Aboal M, Puig M-A. Intracellular and dissolve microcystin in reservoirs of the river Segura basin, Murcia, SE Spain. *Toxicol* 2005; 45:509-518.
33. Ouahid Y, Pérez-Silva G, del Campo FF. Identification of Potentially Toxic Environmental Microcystis by Individual and Multiple PCR Amplification of Specific Microcystin Synthetase Gene Regions. *Environ Toxicol* 2005;20:235-242.
34. Moreno I, Cameán A, Tavares MJ, Pereira P, Franca S. Toxicity of Cyanobacteria isolated from the Guadiana River. *Aquatic Ecosystem Health and Management* 2003;6: 409-413.
35. Moreno I, Pereira P, Franca S, Cameán AM. Toxic cyanobacterial blooms in the Guadiana river (Southwest of Spain). *Biol. Res.* 2004;37:405-417.
36. Zurawell RW, Chen H, Burke JM, Prepas BE. Hepatotoxic cyanobacteria: A review of the biological importance of microcystins in freshwater environments. *J. Toxicol. Environ. Health Part B*, 2005;8:1-37.
37. McElhiney J, Lawton LA. Detection of the cyanobacterial hepatotoxins microcystins. *Toxicol. Appl. Pharmacol.* 2005; 203:219-230.

EVALUACIÓN TOXICOLÓGICA DE RESIDUOS ORGÁNICOS

TOXICOLOGICAL EVALUATION OF ORGANIC RESIDUES

Eduardo de la Peña de Torres y Óscar Herrero Felipe

Laboratorio de Genotoxicología y Mutagénesis Ambiental. Departamento de Agroecología. Centro de Ciencias Medioambientales. CSIC.

RESUMEN

Se reseña el empleo de los ensayos de corta duración para la caracterización de los residuos orgánicos, en especial de algunos de los métodos de evaluación toxicológica, mutagénica, genotóxica y citotóxica (*Vibrio fischeri*, *Salmonella typhimurium* y *Allium cepa*) que son empleados en la caracterización de lixiviados de mezclas complejas ambientales. Estos métodos forman parte, junto a otros bioensayos, de la valoración por identificación toxicológica (VIT), que permite la valoración de otros tipos de efectos ecotoxicológicos: a) inhibición de la bioluminiscencia en *Vibrio fischeri*; b) tasa de germinación y longitud de las raíces en *Lepidum sativum*; c) longitud de las raíces en *Allium cepa* y *Tradescantia sp.*; d) inhibición de la movilidad en *Daphnia magna*; y e) anomalías en el desarrollo en *Oryzias latipes*, o pez medaka. Todos estos ensayos forman parte de la batería de bioensayos empleada en la UE, que se aplican para discriminar y seleccionar las matrices ambientales que deben ser objeto de una específica caracterización química más compleja.

Se hace una revisión de los métodos de evaluación toxicológica que se emplean en la caracterización de los compuestos o las mezclas complejas, así como de la utilización de sus resultados en la evaluación del riesgo para el ser humano y el medio ambiente. Esta evaluación consta, en síntesis, de la identificación de los peligros, la evaluación de la relación dosis-respuesta, la valoración de la exposición y la caracterización del riesgo, con el consecuente análisis, manejo y comunicación del mismo. Se destaca de alguno de estos bioensayos el alto valor predictivo que tiene sobre la carcinogenicidad de un producto.

Se indica la utilidad y oportunidad de emplear los ensayos de corta duración a la hora de evaluar sustancias, productos y mezclas de sustancias, lo que contribuiría a un incremento en el conocimiento toxicológico de un mayor número de sustancias. Ésta

ABSTRACT

It is pointed out the importance of short term assays for the characterization of organic residues, specially some methods for toxicological, mutagenic, genotoxic and cytotoxic evaluation (*Vibrio fischeri*, *Salmonella typhimurium* and *Allium cepa*), used in the characterization of environmental complex mixtures lixiviates. These methods take part together with other bioassays in the evaluation by toxicological identification (VIT), which allows the evaluation of other ecotoxicological effects: a) bioluminescence inhibition of *Vibrio fischeri*; b) germination and root length of *Lepidum sativum*; c) root length of *Allium cepa* and *Tradescantia sp.*; d) inhibition of the mobility of *Daphnia magna*; and e) abnormalities in the development of *Oryzias latipes*, or medaka fish. All these assays take part in the EU battery of bioassays, applied to discriminate and select between those environmental matrixes which must be subject to more complex and specific chemical characterizations.

We make a review of the methods for toxicological evaluation, used for the characterization of chemical compounds or complex mixtures, as well as the use of its results for the human and environmental risk assessment. This evaluation consists, in short, of the identification of dangers, evaluation of dose-response ratio, evaluation of exposure and risk characterization, resulting in the analysis, use and communication of this risk. It is emphasized the high predictive value for carcinogenicity of some of these bioassays.

It is shown the utility of short term assays for the evaluation of substances, products and complex mixtures, which would contribute to improve the toxicological knowledge of a greater number substances. This is a vital need in the EU, due to the lack of complete toxicological information of about the 70% of the 106.000 existing and used substances.

Correspondencia: Eduardo de la Peña de Torres. Laboratorio de Genotoxicología y Mutagénesis Ambiental. Dpto. de Agroecología. Centro de Ciencias Medioambientales. CSIC. C/Serrano 115 dpdo. 28006 Madrid. epena@ccma.csic.es

es una necesidad imperiosa en la UE, dada la carencia de datos toxicológicos completos del 70% de las 106.000 sustancias ya existentes y empleadas.

Se destaca el gran valor que los ensayos de mutagenicidad representan dentro de las pruebas toxicológicas de nivel básico, que se emplean en la evaluación de las sustancias nuevas y existentes. También con ello se contribuye a un mejor conocimiento del elevado número de las sustancias con datos toxicológicos incompletos. Otro aspecto a considerar de estos métodos es que son una alternativa a la experimentación animal, cumpliendo con ello uno de los requisitos básicos que establece la nueva política sobre sustancias en la UE, que se denomina y reconoce como REACH (acrónimo de registro, evaluación y autorización de sustancias químicas), parte fundamental de la estrategia europea sobre medio ambiente y salud (SCALE).

PALABRAS CLAVE: Residuos. Toxicidad. Ecotoxicidad. Fitotoxicidad. Mutagenicidad. Genotoxicidad. Citotoxicidad. VIT. SCALE. REACH.

INTRODUCCIÓN

La utilización de los residuos orgánicos en la agricultura (lodos, material compostado, etc.) es una práctica muy usual en España, dada la carencia en materia orgánica que tienen la mayoría de los suelos españoles, siendo por ello empleados como enmiendas orgánicas en la práctica agrícola. Desde hace tiempo se realiza la caracterización de estos residuos y tradicionalmente se viene valorando la presencia de metales pesados, pero esta valoración y su sensibilidad no son las mismas con respecto a los productos químicos contaminantes orgánicos, cuya carga o presencia en estas enmiendas prácticamente se desconoce.

Es un hecho que los problemas de medio ambiente se acaban transformando en problemas de salud (Martí-Boscà, 2004)¹, lo que nos lleva a considerar de máxima prioridad la evaluación toxicológica de los productos químicos presentes en los residuos orgánicos.

El objetivo de este trabajo es hacer una llamada de atención a la necesidad de una evaluación toxicológica de los residuos que entran dentro de la valoración, de forma previa a su uso. "Es mejor conocer que un compuesto no tiene un efecto tóxico, que ignorar si un compuesto tiene un efecto tóxico". La utilización de una batería de bioensayos permite valorar el efecto tóxico de una matriz ambiental o mezcla compleja, sin necesidad de conocer qué sustancias o compuestos están presentes, que sólo podría conocerse a través de una estricta, compleja y costosa caracterización química (Carballo et al., 2002²; Aguayo et al., 2004³; de la Peña 2004⁴).

La Ley de Residuos (Ley 10/1998)⁵, de 21 de abril, establece en el anexo I el sistema de identificación de

It is emphasized the great value that mutagenicity assays represent inside the toxicological tests in the basic level, which are used in the evaluation of new and existing substances. It also helps to improve the knowledge about substances with incomplete toxicological data. Another aspect to consider about these methods is that they represent an alternative to animal experimentation, carrying out one of the basic requirements that the EU establishes in the new policy about substances, which is known as REACH, the acronym of record, evaluation and authorization of chemical substances. This policy is a basic part of the European strategy on environment and health (SCALE).

KEYWORDS: Residues. Toxicity. Ecotoxicity. Phytotoxicity. Mutagenicity. Genotoxicity. Cytotoxicity. VIT. SCALE. REACH.

residuos tóxicos y peligrosos, que permite clasificar los residuos en base a sus características potencialmente peligrosas, mediante el código H. Así, describe estas características con un sistema alfanumérico, con la letra H y un número correlativo del 1 al 14 (por ejemplo: H6 - Tóxico, H7 - Cancerígeno, H11 - Mutagénico, y H14 - Ecotóxicos).

El Real Decreto 363/1995⁶ establece las características de las sustancias mutagénicas y cancerígenas, señala el conjunto de pruebas toxicológicas y, de entre ellas, las utilizadas para clasificar a los residuos, que son las mismas que se aplican a las sustancias químicas peligrosas. Este decreto sobre notificación de sustancias nuevas y clasificación, envasado y etiquetado de sustancias peligrosas, establece los criterios y características que van a permitir clasificarlos como tóxicos y peligrosos.

La Orden de 13 de octubre de 1989⁷, por la que se determinan los métodos de caracterización de los residuos tóxicos y peligrosos, en su anexo, especifica que un residuo se identificará con el código H si cumple alguna de las siguientes condiciones:

- Contener productos cancerígenos o probablemente cancerígenos, de acuerdo con el IARC, con una concentración igual o superior al 0,01%.
- Se considerarán sustancias cancerígenas, mutagénicas y tóxicas para la reproducción (teratogénicas) las así definidas en el Real Decreto 2216/1985⁸, por el que se aprueba el Reglamento sobre declaración de sustancias nuevas y clasificación, envasado y etiquetado de sustancias peligrosas, y que en su anexo III relaciona el listado de sustancias con riesgos específicos (el Real Decreto 725/1988 y la Orden de 7 de septiembre de 1988, modifican al Real Decreto 2216/1985 y actualizan los anexos técnicos del mismo).

- Presentar, en conejo, una toxicidad DL50 para dosis oral igual o inferior a 2000 mg/Kg o una toxicidad DL50 por contacto con la piel para una dosis de 400 mg/Kg; o, en rata, una toxicidad CL50 por inhalación para una dosis de 2 mg/1/4 horas.
- Que los lixiviados obtenidos según alguno de los métodos de lixiviación descritos en el apéndice III de este anexo presenten una CL50 a concentración inferior o igual a 750 mg/l, o inferior a 3000 mg/l, según los bioensayos homologados de inhibición de la movilidad en *Daphnia magna*^a y de la bioluminiscencia en *Vibrio fischeri*^b respectivamente.

En la Comunidad de Madrid, la Ley 10/1993, de 26 de octubre⁹, sobre vertidos líquidos industriales al sistema integral de saneamiento, tiene como fin proteger las instalaciones de saneamiento, los recursos hidráulicos y, por tanto, el medio ambiente y la salud de las personas. Establece los métodos analíticos para el análisis de los vertidos, contemplando los estudios de toxicidad que deben emplearse para valorar los efectos adversos, siendo éstos los mismos bioensayos de luminiscencia y de toxicidad aguda, en *V. fischeri* y *D. magna* respectivamente.

Los resultados obtenidos mediante estos bioensayos determinan la necesidad de llevar a efecto una caracterización química exhaustiva de los diferentes analitos de las muestras, mucho más compleja y costosa, ya que al tratarse de muestras complejas y con variabilidad estacional podrían poseer un marcado potencial tóxico y genotóxico, representando un riesgo tanto para el hombre como para el medio ambiente.

Existen trabajos que estudian la relación ecotóxica y genotóxica en otros países con condiciones climáticas muy diferentes, por lo que proponemos la evaluación conjunta de la ecotoxicidad y la genotoxicidad de los residuos orgánicos. Por un lado, el estudio en paralelo de la actividad tóxica con dos bioensayos (*Vibrio fischeri* y *Daphnia magna*), y genotóxica en *Salmonella*, permite controlar la posible descontaminación de los residuos a causa de los tratamientos térmicos o de otra índole a los que son sometidos de forma previa a su potencial utilización agrícola, que comprenden la valoración de los residuos sólidos urbanos y de los lodos de depuradoras. Por otro lado, el seguimiento de la toma de medidas paliativas contribuye a la conservación del medio natural, de gran relevancia para la salud humana.

La evaluación ecotóxica y genotóxica que aplicamos al estudio de los residuos orgánicos se lleva a cabo mediante los bioensayos de valoración de la ecotoxicidad, con los métodos anteriormente descritos, y la valoración de los efectos genotóxicos con *S. typhimurium* y *Allium cepa* (Barrueco et al., 1999)¹⁰.

La evaluación genotóxica y mutagénica es una de las tres piezas fundamentales de la evaluación toxicológica de las sustancias químicas (de la Peña et al., 1995¹¹ y 1999¹²; Barrueco et al., 1999¹⁰; Herrero y de la Peña, 2005¹³). En este último trabajo se muestran los

ensayos reconocidos por la IARC en sus monografías, utilizados en la evaluación del riesgo cancerígeno para el hombre dado el alto valor predictivo de los datos de genotoxicidad y mutagenicidad sobre la carcinogenicidad de las sustancias y productos químicos.

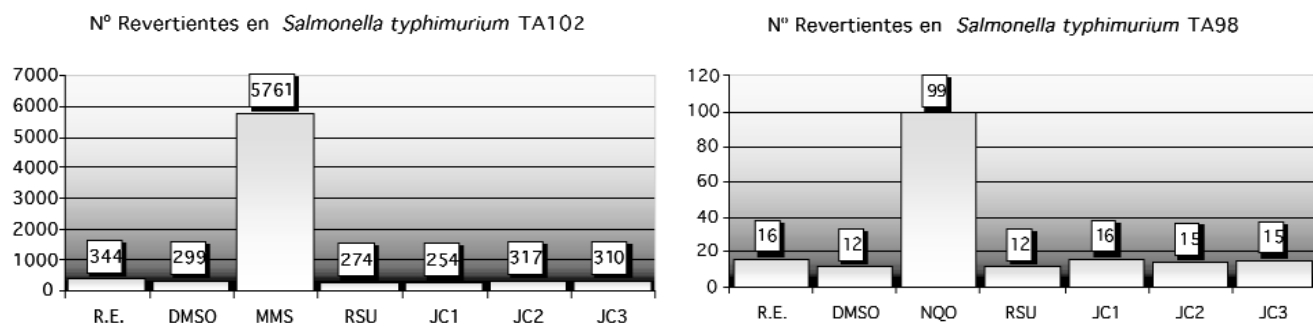
Actualmente, la manera óptima de llevar a cabo una evaluación toxicológica es, inicialmente, mediante baterías de bioensayos de corta duración, que permiten obtener resultados de distintos estudios en un corto espacio de tiempo y, por tanto, reducir el coste de dicho estudio. Además, en caso de que alguna de las pruebas no sea concluyente por sí misma, se pueden complementar con otros bioensayos (*Daphnia magna*, *Artemia salina*, *Chlorella vulgaris*, *Oryzias latipes*) con el objetivo de llegar a una determinación toxicológica y ecotoxicológica precisa (Herrero et al., 2005¹⁴; de la Peña y Gómez, 2005¹⁵).

Son varios los autores que indican que una evaluación toxicológica se puede realizar mediante distintos ensayos con procariontes (Shen et al., 2003)¹⁶, con células vegetales (Monarca et al., 2003¹⁷; Knasmüller et al., 2003¹⁸), con células de mamífero (Lu et al., 2002)¹⁹ o mediante la combinación de cualquiera de ellos (Biscardi et al., 2003)²⁰. Ello permite afinar al máximo a la hora de determinar las características toxicológicas de una mezcla compleja, como son las muestras de tipo medioambiental (Rams et al., 1997)²¹.

Según el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, los bioensayos con plantas son unos de los más sensibles a la hora de detectar efectos genotóxicos de agentes medioambientales y pueden servir como una primera alerta ante la presencia de riesgos medio ambientales en aguas, suelos y aire (Sanz et al., 1980)²². Entre ellos se encuentran los bioensayos con *Allium cepa* y *Tradescantia* sp. (Hazen, 1999²³; de la Peña et al., 2005²⁴), recomendados y reconocidos por la EPA en el Programa Internacional de Seguridad Química (Sandhu et al., 1994)²⁵. Los bioensayos de ecotoxicidad se integran en la evaluación del riesgo ecotóxico de los productos químicos sobre el medio ambiente (Koëter, 1995)²⁶.

El borrador del nuevo proyecto de Real Decreto^c –Cartera de Servicios Básicos y Comunes del Sistema Nacional de Salud– propone para la protección y promoción de la sanidad ambiental: 1) Vigilancia y evaluación de riesgos ambientales para la salud; y 2) Identificación y evaluación del riesgo para la salud inducido por agentes físicos, químicos o biológicos, mediante el diseño, implantación y desarrollo de programas de intervención orientados a disminuir los riesgos para la salud relacionados con las siguientes acciones que están relacionadas con el objeto de este trabajo y que son de nuestro interés:

- Contaminación del agua ligada a actividades humanas: agua de consumo humano, zonas de baño continentales y marítimas, piscinas y otros usos recreativos del agua, aguas mineromedicinales y reutilización de aguas residuales depuradas.



Figuras I y II. Se muestran resultados obtenidos con distintos tipos de residuos de depuradoras en los ensayos con las cepas TA 98 y TA102 de *S. typhimurium*, para la valoración de varias enmiendas orgánicas aplicadas en los cultivos agrícolas (Herrero O., Fernández J.M., Hernández D., Montes P., Polo A., de la Peña E. *Evaluación mutagénica y ecotoxicológica de muestras de residuos de depuradora de utilidad en agronomía*, Actas de la XIV Reunión Científica de la Sociedad Española de Mutagénesis Ambiental SEMA, Oviedo, 2005: 38)¹⁴.

- Toxicología y seguridad química: actividades relacionadas con el uso de biocidas y la clasificación, envasado y etiquetado de sustancias y preparados químicos.
- Contaminación del suelo.
- Vivienda y entornos saludables; alojamientos turísticos.

Se promueve la protección de la sanidad ambiental mediante la puesta en marcha de programas de intervención intersectoriales orientados a disminuir, paliar o evitar los riesgos para la salud relacionados con la aguas de consumo y continentales, la contaminación del suelo, los residuos, y los productos químicos. Remarcamos la importancia de evaluar el efecto adverso de los compuestos presentes en dichos residuos, mediante una evaluación de la presencia de contaminantes, dada la repercusión que estos contaminantes en enmiendas agrícolas puede tener en la contaminación de suelo.

Estas acciones se suman a las actuaciones que se vienen llevando adelante en la Unión Europea mediante la nueva estrategia sobre productos químicos del Libro Blanco (UE, 2001)²⁷ y la puesta en marcha del Programa de Registro, Evaluación, Autorización, Sustitución y Restricción de los Productos Químicos (REACH), donde se propone una política de reducción de los animales de ensayo mediante la aplicación de las 3 R. Sin olvidar el programa SCALE, enmarcado en el Programa de Salud y Medio Ambiente de la OMS.

METODOLOGÍAS

Los lixiviados, o diluciones acuosas, obtenidos de un producto o residuo permiten conocer analíticamente la concentración de las sustancias tóxicas que el residuo contiene (caracterización), pudiendo así determinar de forma previa su toxicidad mediante la realización de distintos bioensayos.

1. Ensayo de mutación reversa con

Salmonella/microsoma, o Test de Ames

El ensayo de *Salmonella typhimurium* permite medir la reversión de *his⁻* a *his⁺* de las cepas TA100, TA102, TA104 y TA98, deficientes para la histidina, inducida

por sustancias químicas. Asimismo, permite detectar mutaciones de sustituciones de bases C-G y A-T y mutaciones de desplazamiento de la lectura (Maron y Ames, 1983²⁸; Barrueco et al., 1991²⁹). El ensayo se realiza con y sin activación metabólica, utilizando el sobrenadante de la fracción microsomal de animales tratados con un inductor enzimático.

La evaluación genotóxica se realiza mediante el método de *Salmonella/microsoma*, o test de Ames, empleando el ensayo cualitativo en disco y/o el ensayo cuantitativo en placa, métodos descritos por Ames et al. (1975)³⁰ y Maron y Ames (1983)²⁸. Hemos utilizado estos ensayos en la evaluación de plaguicidas (Barrueco et al., 1989³¹, 1991²⁹ y 1999³⁰; de la Peña et al., 1995¹¹; Guadaño et al., 1998³²; de la Peña, 2004³³; Herrero et al., 2005³⁴) (figuras I y II).

2. Ensayo de *Allium cepa*

El ensayo se realiza mediante el estudio en los meristemas radiculares de bulbos de *Allium cepa*, cuando las raíces alcanzan una longitud de 15-20 mm. En ese momento se analizan las metafases, observando el número de intercambios de cromátidas hermanas (Hazen, 1999)²³. También permite analizar otros parámetros:

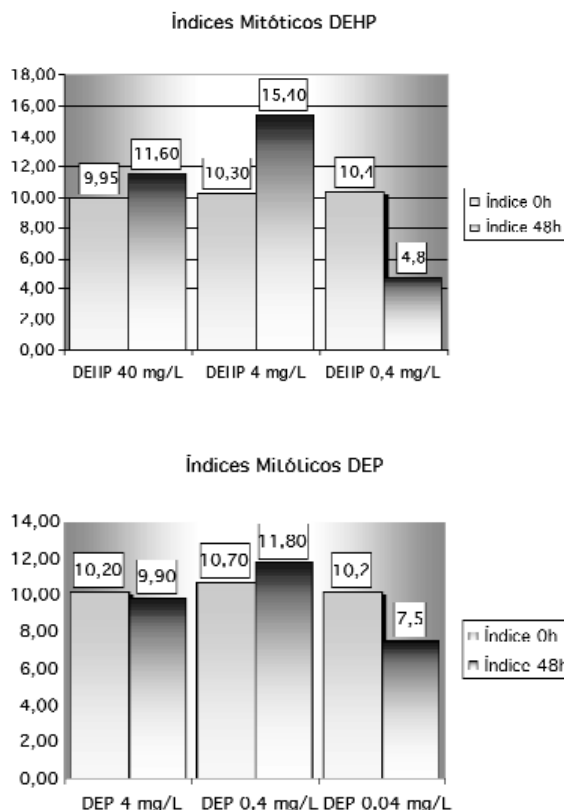
- 1) inhibición del crecimiento radicular (cálculo de CE50, concentración a la que se inhibe el crecimiento de la raíz en un 50%);
- 2) índice mitótico (efectos sobre la división de células meristemáticas), y
- 3) índice de anafases y telofases anómalas (consecuencia de efectos graves en el huso mitótico) (figuras III y IV).

3. Ensayo de *Tradescantia sp*

Se valora el crecimiento longitudinal de las raíces, los intercambios de cromátidas hermanas, el índice mitótico y el índice de ana-telofases anómalas, al igual que en ensayo de *Allium cepa* (figuras V y VI).

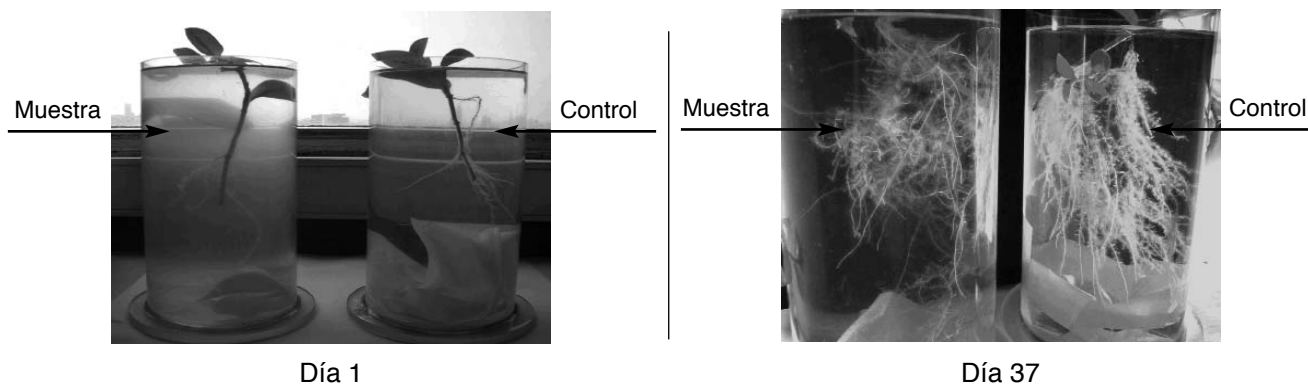
4. Ensayo de inhibición de la luminiscencia en *Vibrio fischeri*

Con el método Microtox®, se comprueba el poten-



Figuras III y IV. Evaluación de los efectos citotóxicos de ftalatos (DEHP y DEP) mediante la valoración del índice mitótico en el ensayo con células meristemáticas de *Allium cepa* (Herrero O., Aguayo S., de la Torre A., Carballo M., Muñoz M.J., Hazen M.J., de la Peña E. *Estudio de los efectos mutagénicos, genotóxicos y ecotóxicos del dietil ftalato, el Di(2-etilhexil)ftalato y sus mezclas*. Actas XIII Reunión Científica de la SEMA, Universidad S.E.K, Segovia, 2004: 61)³⁵.

cial citotóxico y genotóxico de una muestra (Dizer et al., 2002)³⁶ mediante las bacterias luminiscentes marinas, gram(-) y anaerobias facultativas (*Vibrio fischeri*, antes denominada *Photobacterium phosphoreum*). Éstas se comercializan liofilizadas y tienen la propiedad de generar luz fría mediante procesos metabólicos. La relación entre la bioluminiscencia y los procesos metabólicos de las bacterias permite detectar



Figuras V y VI. Efecto cualitativo de un residuo sólido sobre el crecimiento de dos plantas de *Tradescantia sp.* (de la Peña, E. Ponencia Marco: Evaluación del riesgo medioambiental. residuos orgánicos. II Encuentro Internacional de Gestión de Residuos Orgánicos, Universidad de Navarra, 28-29 de Octubre, 2004)³⁴.

cualquier limitación del metabolismo bacteriano a causa de agentes tóxicos y calcular la CE_{50} (concentración a la cual disminuye en un 50% la luminiscencia de las bacterias, medida de su mortalidad) (figura VI).

El procedimiento del test de fotobacterias está basado en la determinación de la influencia de una serie de diluciones de la muestra en la luminiscencia de las bacterias. Dichas diluciones se ponen en contacto con las fotobacterias y, tras incubar a 15 °C durante 30 minutos, se determina el valor final más o menos disminuído de lumiscencia. Paralelamente se mide la luminiscencia de las bacterias como preparación control.

El mecanismo de producción de luz en estos microorganismos es el resultado de la interacción del enzima luciferasa, oxígeno y la forma reducida del mononucleótido de Flavina. Esta reacción bioquímica parte del sistema de transporte de electrones de la cadena respiratoria y la emisión de luz depende de este flujo de electrones. La emisión de luz es una forma de liberación de energía como resultado del metabolismo del organismo (DIN 38412 parte 34; AFNOR T-90-320).

5. Evaluación de la biodegradabilidad aerobia final de compuestos orgánicos en medio acuoso determinando la demanda de oxígeno en un respirómetro cerrado

Método para la evaluación, en medio acuoso, de la biodegradabilidad final de los compuestos orgánicos y de las aguas residuales a una concentración dada, bajo la acción de microorganismos aerobios y mediante la determinación de la demanda de oxígeno en un respirómetro cerrado. Se realiza el seguimiento de la degradación durante un período de 28 días, determinando el consumo de oxígeno.

La cantidad de oxígeno consumida por el compuesto orgánico se expresa como porcentaje de la demanda teórica de oxígeno (DTO), calculada a partir de la fórmula del compuesto, o bien como porcentaje de la demanda química de oxígeno (DQO).

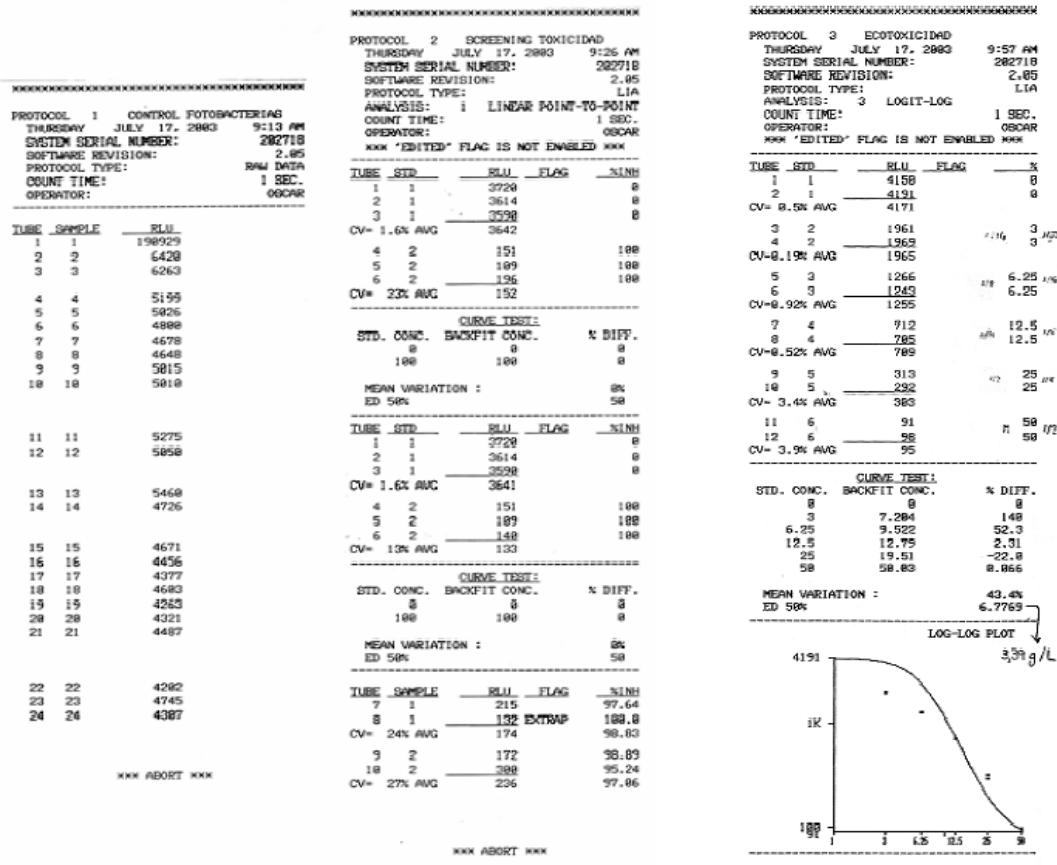


Figura VI. Muestra del efecto sobre la inhibición de la luminiscencia de *Vibrio fischeri* (de la Peña E., Ponencia Marco: Evaluación del riesgo medioambiental. residuos orgánicos. II Encuentro Internacional de Gestión de Residuos Orgánicos, Universidad de Navarra, 28-29 de octubre, 2004)³⁴.

6. Determinación de la respiración microbiana

Este método sirve para determinar la respiración microbiana del suelo mediante el cálculo del consumo de oxígeno, añadiendo o no un sustrato. De esta forma, se pueden analizar los efectos del producto sobre el metabolismo de los microorganismos.

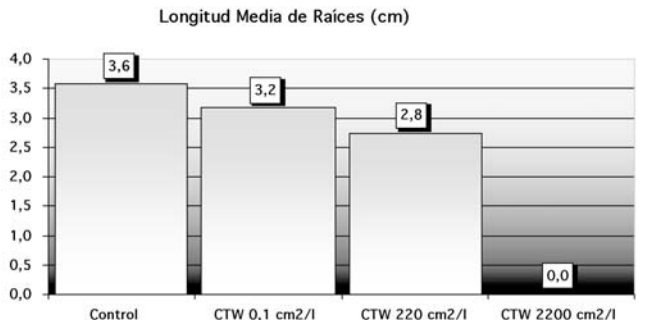
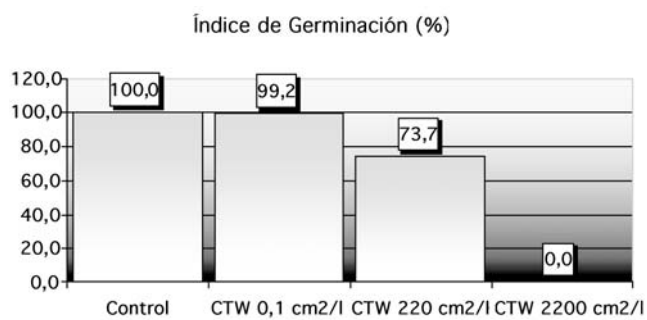
7. Test de Zucconi

Se realiza con semillas de *Lepidum sativum* (berro), cultivado en oscuridad durante seis días. Transcurrido ese tiempo, se observa el efecto que sobre la germinación y el crecimiento radicular tienen las

fracciones acuosas de un producto a estudio (figuras VII y VIII).

8. Ensayo de Toxicidad Aguda con *Daphnia magna*

Ensayo de ecotoxicidad que utiliza como organismo de prueba el microcrustáceo *Daphnia magna Straus*. Se basa en determinar la concentración de la muestra que en 24 y 48 horas inmoviliza al 50% de las *Daphnia magna*, expuestas bajo unas determinadas condiciones. Se consideran inmovilizados los organismos que son incapaces de desplazarse durante



Figuras VII y VIII. Efecto sobre el índice de germinación y longitud de las raíces de *Lepidum sativum* (De la Peña E., Herrero O., Aguayo S., de la Torre A., Carballo M., Muñoz M. J., Fernández J.M., Hernández D., Montes P. y Polo A. *Valoración Toxicológica de Matrices Ambientales*, Revista Brasileira de Toxicologia 18 (suplemento outubro), 2005: 224)²⁴.

los 15 segundos siguientes a una ligera agitación del recipiente.

En una serie de recipientes se realizan diferentes diluciones y se colocan 10 individuos de *Daphnia magna* en cada uno de ellos. La serie problema tendrá siempre su correspondiente control. Al final del test de 24 y 48 horas, se calcula el porcentaje de inmovilización para cada concentración, relacionado con el número total de individuos de *Daphnia magna* usado, y se determina la concentración eficaz inhibitoria: concentración de muestra que inhibe la movilidad del 50% de los organismos de prueba expuestos a ensayo a las 24 y 48 horas de contacto.

Las poblaciones de *Daphnia magna* deben tener una edad de más de 6 y menos de 24 horas al comienzo del ensayo (ISO 6341) (Gascó et al., 1997)³⁸.

9. Ensayo de Toxicidad en *Orizyas latipes*

Se observan las alteraciones en el desarrollo embrionario de los huevos del pez medaka, dada la transparencia del corión, lo que facilita el seguimiento del citado desarrollo embrionario de un modo no invasivo. Esta característica ha hecho del pez medaka un modelo ideal para su aplicación en los estudios de efectos adversos de compuestos (Gonzalez-Doncel, 2000³⁹; Gonzalez-Doncel et al., 2003⁴⁰, 2005⁴¹).

De las figuras IX a la XI se muestra la simplicidad de este modelo, que nos permite observar cómo la total transparencia del corión permite un seguimiento del desarrollo embrionario. El atlas de dicho desarrollo se presentó en la memoria de tesis doctoral del Dr. González-Doncel.

El empleo del conjunto de los bioensayos que hemos descrito es una contribución neta a la aplicación de las 3 R, que en la nueva política sobre los productos químicos (REACH) queda como una de las principales recomendaciones en pro de la aplicación y el desarrollo de los métodos alternativos a la experimentación con animales, lo que venimos desarrollando desde hace algunos años (de la Peña et al., 1995⁴² y 1999^{12,44}; Gascó et al., 1997⁴³; de la Peña y Guadaño, 2000⁴⁵).

Todo lo expresado pone de manifiesto la necesidad de un control de los efectos adversos de los compuestos orgánicos, que están presentes en los residuos o derivados de los mismos y que se vienen aplicando como enmiendas orgánicas en la agricultura. Éstos son fruto de la política de valorización de los residuos y, en particular, de la actual y creciente eliminación del compostaje de los residuos sólidos urbanos y del constante incremento de los lodos de depuradora mediante el continuo y creciente empleo de los mismos en la agricultura como forma de eliminación por el denominado "sistema de valorización". Esto se pone de manifiesto en el Perfil Ambiental 2004, del Ministerio de Medio Ambiente (MMA, 2005)⁴⁶. Sorprenden los datos del informe sobre la situación de las basuras en Espa-

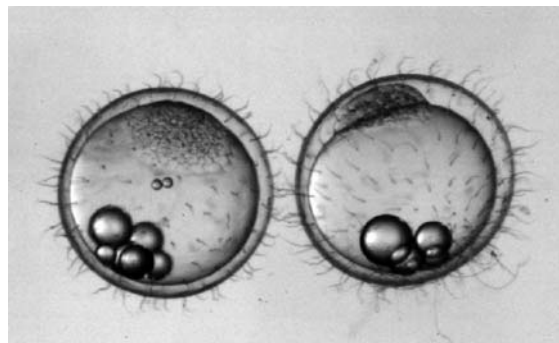


Figura IX. Estadio 5 del desarrollo embrionario del pez medaka, perteneciente al Atlas de la embriogénesis de *Oryzias latipes*, del trabajo de la memoria de tesis doctoral⁴ (González-Doncel, 2000)³⁹.

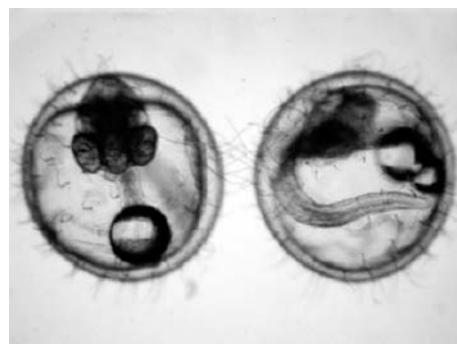


Figura X. Estadio 29 de la embriogénesis del pez medaka, perteneciente al seguimiento de los estadios del desarrollo embrionario en *Oryzias latipes* (González-Doncel, 2000)³⁹.

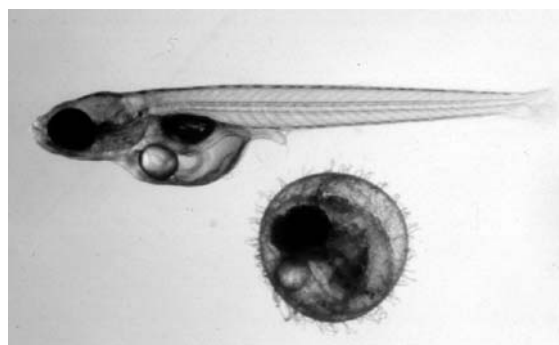


Figura XI. Pez medaka (*Oryzias latipes*) al final de su embriogénesis (Gonzalez-Doncel, 2000)³⁹.

ña, donde se indica que apenas se recicla el 11% de las basuras y que su generación se ha incrementado de 1,06 a 1,38 kilos de basura diaria, lo que incumple el Plan Nacional de Residuos 2000-2006 (Greenpeace, 2005).

Una revisión de toda la legislación sobre residuos está recogida en la tabla I.

CONCLUSIONES

El empleo de los residuos orgánicos como enmienda orgánica de los suelos sin una estimación de la potencial toxicidad de los compuestos orgánicos presentes en los mismos, sin un planteamiento sistemático de una escueta caracterización y desconociendo su posible efecto ecotoxicológico adverso, pone de manifiesto la necesidad creciente de que debemos plantearnos la siguiente afirmación: es mejor conocer que un compuesto no presenta un efecto tóxico, que ignorar si un compuesto presenta un efecto tóxico. Por ello debe ser una exigencia la valorización de los residuos urbanos y de los lodos de depuradora, como paso previo al uso agrícola de los residuos como enmiendas orgánicas.

AGRADECIMIENTOS

Deseamos expresar nuestro agradecimiento al Dr. José Vicente Martí Boscà por sus comentarios para la edición de este artículo, al Dr. Miguel González-Doncel por la cesión de las figuras correspondientes al atlas de la embriogénesis del medaka, de su tesis doctoral, y a Dña. Antonia Martínez López, ayudante diplomada de investigación, por su colaboración.

NOTAS

^aBioensayo de Inhibición: Toxicidad aguda en *D. magna* sobre la inhibición de la movilidad. En el mismo se considera que un residuo es tóxico si los lixiviados presentan una CL50 inferior o igual a 750 mg/litro.

^bBioensayo de Bioluminiscencia. Ensayo de luminiscencia de la bacteria *Vibrio fischeri* (*Photobacterium phosphoreum*). De acuerdo con el mismo se considera que un residuo es tóxico si los lixiviados presentan una EC50

Tabla I*. Normativa básica sobre residuos.

| Área | Normas básicas | Observaciones |
|--------------------------------|--|---|
| Traslado fronterizo | Convenio de Basilea | El convenio tiene por objeto reducir el volumen de los intercambios de residuos para proteger la salud humana y el medio ambiente, estableciendo un sistema de control de las exportaciones e importaciones de residuos peligrosos y de su eliminación. |
| Estrategia y normas integradas | <p>Estrategia comunitaria de gestión de residuos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Comunicación de la Comisión - COM (96) 399. • Resolución del Consejo de 24/2/97 (97/C 76/01). • Comunicación de la Comisión - COM (2003) 301. • Directiva 2000/53/CE relativa a los vehículos al final de su vida útil. • Directiva 2002/95/CE sobre restricciones a la utilización de determinadas sustancias peligrosas en aparatos eléctricos y electrónicos. • Ley 16/2002 sobre prevención y control integrados de la contaminación | |
| Gestión de los residuos | <ul style="list-style-type: none"> • Ley 10/98 de Residuos. • Ley 11/97 de Residuos de Envases. • R. D. 833/88 aprueba Reglamento Residuos Tóxicos y Peligrosos • R. D. 952/97 modifica R.D. 833/88. • R. D. 782/98 Reglamento de Envases y Residuos de Envases. • R. D. 9/2005 sobre suelos contaminados. • R. D. 1310/90 regula utilización de lodos en agricultura. | |
| Tratamiento de los residuos | <ul style="list-style-type: none"> • R. D. 653/2003 sobre incineración de residuos. • R. D. 1481/2001 regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero. • R. D. 1383/2002 sobre gestión de vehículos al final de su vida útil. • R. D. 208/2005 sobre aparatos eléctricos y electrónicos y la gestión de sus residuos. • Orden de 13 de Junio de 1990 que modifica la Orden de 28 de febrero de 1989. • R. D. 1378/99 medidas para la eliminación y gestión de PCBs y PCTs y aparatos que los contengan | |
| Planificación de la gestión | <ul style="list-style-type: none"> • Planes nacionales • Planes autonómicos | |

* La situación de las basuras en España. Febrero 2006. Greenpeace 2006. 65 pp.

(15 minutos, 15 °C) inferior o igual a 3000 mg/l).

°Aportaciones de la Sociedad Española de Sanidad Ambiental (SESA), para ayudar a definir y catalogar los servicios y prestaciones de salud pública en general y de salud ambiental en particular (08/02/06).

“Tesis doctoral del Dr. Miguel Gonzalez Doncel, titulada *El pez medaka (Orizias latipes) como modelo para la evaluación del riesgo de contaminantes ambientales: método de fertilización in vitro*, realizada en el Centro Nacional de Sanidad Ambiental CNSA, Instituto de Salud Carlos III (ISCIII), Majadahonda; bajo la dirección de los Dres. Carmen Barrueco Fernández Cuervo CNSA/ISCIII y Eduardo de la Peña de Torres CCMA/CSIC; defendida en la Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Complutense de Madrid (2000)³⁹.

BIBLIOGRAFÍA

- Martí-Boscà J.V. El medio ambiente y su impacto en la salud. *Gac. Sanit.*, 2004, 18 (Supl 1) 221.
- Carballo M., Aguayo S., Roset J., de la Peña E., de la Torre A. y Muñoz M.J. Valoración de las aguas residuales mediante procedimientos analíticos y biológicos. *Rev. salud ambient.*, 2002, 1: 32-38.
- Aguayo S., Muñoz M.J., de la Torre A., Roset J., de la Peña E. y Carballo M. Identification of organic compounds and ecotoxicological assessment of sewage treatment plants (STP) effluents. *Scienc. Total Environ* 2004; 328: 69-81.
- De la Peña E., Herrero O., Aguayo S., de la Torre A., Carballo M. y Muñoz M.J. Evaluation of the Mutagenic Effects of Urban and Industrial Waste Water in The Canary Islands (Spain). *Proceedings of the 34th Annual Meeting of the European Environmental Mutagen Society (EEMS)*, Maastricht, Holanda, 2004: 122.
- Ley de Residuos (Ley 10/1998), de 21 de abril, por la que se establece el sistema de identificación de residuos tóxicos y peligrosos (BOE núm. 96, 22/ 4/98).
- Real Decreto 363/1995, de 10 de marzo de 1995, por el que se regula la notificación de sustancias nuevas y clasificación, envasado y etiquetado de sustancias peligrosas (BOE núm. 133, 5/6/95).
- Orden de 13 de octubre de 1989, sobre residuos tóxicos y peligrosos, por la que se determinan los métodos de caracterización de los residuos tóxicos y peligrosos (BOE núm. 10/11/89).
- Real Decreto 2216/1985, por el que se aprueba el reglamento sobre declaración de sustancias nuevas y clasificación, envasado y etiquetado de sustancias peligrosas (BOE núm. 27/09/85).
- Comunidad de Madrid, Ley 10/1993, de 26 de octubre, sobre vertidos líquidos industriales al sistema integral de saneamiento (BOCM 12.11. 93).
- Barrueco C., Guadaño A., Caballo C., Herrera A., Valcarce E. y de la Peña E. Evaluación mutagénica y genotóxica de los productos químicos. En: “Evaluación Mutagénica y Genotóxica”. E. de la Peña, I. Burguete, A. Guadaño (eds.). DGICYT, MRCIA98-SEMA, Madrid, 1999: 271-288.
- De la Peña E., Barrueco C., Herrera A. and Caballo, C. Genotoxic and cytotoxic effects of pesticides. In: “Cell Biology in Environmental Toxicology”. Cajaraville M.P. (ed.). Servicio Editorial de la Universidad del País Vasco, Leioa., 1995): 289-299.
- De la Peña E., Burguete I. y Guadaño A. (eds.). “Evaluación Mutagénica y Genotóxica”. DGICYT, MRCIA98-SEMA, Madrid, 1999), 308 pp.
- Herrero O. y de la Peña E. Evaluación de Mutagenicidad y Genotoxicidad. En: de la Peña E. y Gómez E. (eds.) “Toxicología Ambiental: Seguridad Química”, Asociación Española de Toxicología, CD-ROM, Madrid, 2005.
- Herrero O., Fernández J.M., Hernández D., Montes P., Polo A., de la Peña E. Evaluación mutagénica y ecotoxicológica de muestras de residuos de depuradora de utilidad en agronomía. *Actas de la XIV Reunión Científica de la Sociedad Española de Mutagénesis Ambiental (SEMA)*, Universidad de Oviedo, 2005: 38.
- De la Peña E. y Gómez E. *Toxicología Ambiental: Seguridad Química*. Edita: Asociación Española de Toxicología. CR-ROM, Madrid, 2005.
- Shen L., Wu J., Lin G.F., Shen J.H., Westendorf J. y Huehnerfuss H., The mutagenic potentials of tap water samples in Shanghai. *Chemosphere* 52 (9), 2003: 1641- 1646.
- Monarca S., Rizzoni M., Gustavino B., Zani C., Alberti A., Feretti D. y Zerbini I.. Genotoxicity of surface water treated with different disinfectants using in situ plant tests. *Environ Mol Mutagen* 2003, 41 (5), 353-359.
- Knasmüller S., Majer B.J. y Grulmmt T. Use of plant bioassays for the detection of genotoxins in soils and in the aquatic environment. En: “From Hazard to Risk”. *Proceeding European Environmental Mutagen Society, 33rd Annual Meeting*. Aberdeen, Scotland, UK (2003), 46.
- Lu W.Q., Chen X.N., Yue F., Jenter C., Gminski R., Li X.Y., Xie H. y Mersch-Sundermann V. Studies on the in vivo and in vitro mutagenicity and the lipid peroxidation of chlorinated surface (drinking) water in rats and metabolically competent human cells. *Mutation Research* 2002, 513 (1-2), 151-157.
- Biscardi D., Monarca S., De Fusco R., Senatore F., Poli P., Buschini A., Rossi C., y Zani, C. Evaluation of the migration of mutagens/carcinogens from PET bottles into mineral water by tradescantia/micronuclei test, comet assay on leukocytes and GC/MS. *Sci Total Environ* 2003, 302 (1-3), 101-108.
- Rams M.A., Gascó P., Pastor A., Ortega A., Martínez M.A., Piga J. y Sancho M. “Estudio químico-toxicológico de 55 muestras de vertidos, relacionadas con presuntos delitos ecológicos (P-57). En: “Resúmenes del 1er Congreso Ibérico sobre Contaminación y Toxicología Ambientales”. Universidad de Coimbra. Coimbra, 1995: 177.
- Sanz F., Salas J., Martín J., Caballo C., García-Lorente A., Martín M., Santa-María A., Barea M. y de la Peña E. Evaluación mutagénica de aguas de río contaminadas con colorantes textiles mediante el test de *Escherichia coli*. *Bol. Cent. Nac. Alim. Nutri.*, 1980, 1: 11-14.
- Hazen, M.J. Las células vegetales como sistema de ensayo para la evaluación de compuestos fotoactivos. En: “Evaluación Mutagénica y Genotóxica”. de la Peña E., Burguete I., Guadaño A. (eds.). DGICYT, SEMA-MRCIA98, Madrid, 1999: 271-288.
- De la Peña E., Herrero O., Aguayo S., de la Torre A., Carballo M., Muñoz M.J., Fernández J.M., Hernández D., Montes P. y Polo A. Valoración toxicológica de matrices ambientales, *Revista Brasileira de Toxicología* 18 (suplemento outubro), 2005: 224.
- Sandhu S.S., de Serres F.J., Gopalan H.N., Grant W.F., Veleminsky J. y Becking G.C. Environmental monitoring for genotoxicity with plant systems. An introduction

- and study design. *Mutation Research* 310 (2), 1994: 169-173.
26. Koëter H.B.W.M. International harmonization of test methods for hazard characterisation taking into account animal welfare issues. In: "ICLAS/CSIC Working Group on Complementary Methods" de la Peña E., Guadaño A., Barrueco C., Repetto G., González F. y García P. (coeds). 19 Comité Español del ICLAS/CICYT/CSIC, Dirección Gral. Investigación Científica y Técnica, Centro de Salud Pública, Talavera de la Reina (España), 1995: 33-34.
 27. Comisión de las Comunidades Europeas (2001). Libro Blanco. Estrategia para la futura política en materia de sustancias y preparados químicos. Bruselas, 27. 2. 2001 COM (2001) 88 final.
 28. Comisión de las Comunidades Europeas (2003). Estrategia europea de medio ambiente y salud. Bruselas, 11.6.2003 COM (2003) 338 final.
 29. Maron D.M. and Ames B.N. Revised methods for the Salmonella mutagenicity test. *Mutat. Res.* 1983, 113: 173-215.
 30. Barrueco C., Herrera A. y de la Peña E. Mutagenic evaluation of trichlorfon using different assay methods with *Salmonella typhimurium*. *Mutagenesis* 6, 1991: 71-76.
 31. Ames B.N., McCann J. and Yamasaki E. Methods for detecting carcinogens and mutagens with the *Salmonella/mammalian-microsome* mutagenicity test. *Mutat. Res.*, 1975, 31: 347-364.
 32. Barrueco C. y de la Peña E. Mutagenic evaluation of pesticides captan, folpet, captafol, dichlofuanid and related compounds with the mutant TA102 and TA104 of *Salmonella typhimurium*. *Mutagenesis*, 1989, 3: 467-480.
 33. Guadaño A., González-Coloma A. y de la Peña E. Genotoxicity of insecticide Rotenone in culture of human lymphocytes. *Mutat. Res.*, 1998, 414: 1-7.
 34. De la Peña E. Evaluación del riesgo medioambiental. Residuos orgánicos. Ponencia Marco II Encuentro Internacional de Gestión de Residuos, Universidad de Navarra, 28-29 de Octubre, 2004.
 35. Herrero O., Aguayo S., de la Torre A., Carballo M., Muñoz M.J. y de la Peña E. Valoración ecotoxicológica de efluentes de aguas residuales urbanas e industriales. *Rev. salud ambient.* 5 (1), 2005: 69-70.
 36. Herrero O., Aguayo S., de la Torre A., Carballo M., Muñoz M.J., Hazen M.J. y de la Peña E. Estudio de los efectos mutagénicos, genotóxicos y ecotóxicos del dietil ftalato, el Di(2-etilhexil) ftalato y sus mezclas. Actas XIII Reunión Científica de la SEMA, Universidad S.E.K., Segovia, 2004: 61.
 37. Dizer H., Wittekindt E., Fischer B. and Hansen P.D. The cytotoxic and genotoxic potential of surface water and wastewater effluents as determined by bioluminescence, umu-assays and selected biomarkers. *Chemosphere* 2002, 46 (2): 225-233.
 38. Gascó P., Rams M.A., Piga J., Pastor A., Azparren J., Acedo C. y Sancho, M. Toxicity assessment of complex mixtures. *Pharmacol. Toxicol.*, 1997, 80 (Sup. 3): 84.
 39. González-Doncel M. El pez medaka (*Oryzias latipes*) como modelo para la evaluación del riesgo de contaminantes ambientales: método de fertilización in vitro. Tesis Doctoral, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Complutense de Madrid (12 de junio 2000).
 40. González-Doncel M., de la Peña E., Barrueco C. and Hinton D.E. Stage sensitivity of Medaka (*Oryzias latipes*) eggs and embryos to permethrin. *Aquatic Toxicology*, 2003, 62: 255-268.
 41. González-Doncel M., Okihiro M.S., Villalobos M.S. and Hinton D.E. A quick reference guide to the normal development of *Oryzias latipes* (Teleostei, Adrianichthyidae). *Journal App. Ichthyology*, 2005, 21: 39-46.
 42. De la Peña E., Guadaño A., Barrueco C., Repetto G., González Menció F. and García Partida P. (coeds). ICLAS/CSIC Working Group on Complementary Methods. ISBN 84-605-4232-7. Comité Español del ICLAS/CICYT/CSIC, Dirección General de Investigación Científica y Técnica, Centro de Salud Pública, Talavera de la Reina (Toledo, España), 1995, 101 pp.
 43. Gascó P., Barrueco C. y Guadaño A. Conclusiones de la Reunión para el Desarrollo y la Coordinación con ECVAM de los Grupos Españoles interesados en Métodos Alternativos. Glaxo Wellcome S.A. 21 pp.
 44. De la Peña E., Guadaño A. y Repetto G. Métodos alternativos y métodos complementarios en experimentación animal. En: "Introducción a la experimentación y protección animal". Pérez-García C.C., Díez Prieto I. y García Partida P. (eds.). León, Universidad de León, 1999: 215-223.
 45. De la Peña E. and Guadaño A. Evolution and coordination of the alternative methods in Spain. *Science Total Environ.*, 2000, 247: 333-335.
 46. Agencia Europea de Medio Ambiente. Medio Ambiente en Europa. Tercera Evaluación. Informe de evaluación ambiental. Ministerio de Medio Ambiente, 2004.
 47. La situación de las basuras en España Greenpeace (ed.). Madrid, 2005.

TELEFONÍA MÓVIL: PERCEPCIÓN SOCIAL Y HECHOS

THE CELLULAR MOBIL TELEPHONE: SOCIAL PERCEPTION AND REAL FACTS

Pedro Javier Galache Ríos

Sección de Vigilancia de Riesgos Ambientales. Servicio de Sanidad Ambiental. Dirección General de Salud Pública y Alimentación. Consejería de Sanidad y Consumo. Madrid.

RESUMEN

La telefonía móvil ha evolucionado desde un uso muy escaso y restringido hasta la universalización de sus servicios a toda la sociedad.

La percepción social de que la telefonía móvil representa un riesgo para la salud, ha hecho necesario la realización de numerosos estudios científico-técnicos y la promulgación de legislación que garantice el desarrollo y aprovechamiento de la sociedad de información, con el objetivo último de la protección de la salud.

PALABRAS CLAVE: Telefonía móvil. Síndrome de hipersensibilidad electromagnética. Real Decreto 1066/2001.

INTRODUCCIÓN

Hace ya cuatro décadas que aparecieron en España los primeros terminales móviles, si bien es cierto que en aquel momento su uso estaba limitado a unos pocos usuarios y en la actualidad su utilización es cotidiana y generalizada.

La telefonía móvil es un servicio de telecomunicación que tiene por objeto proporcionar un canal de comunicación entre usuarios no estáticos, mediante el empleo de terminales dentro de un área definida.

Se requiere por tanto de un teléfono o terminal móvil que maneja el usuario, y una estación base cuya misión es proporcionar cobertura y gestionar los canales de comunicación de los usuarios entre sí y de éstos con la propia estación.

La situación actual es un incremento importante de las infraestructuras de telefonía móvil, como consecuencia del creciente número de usuarios, lo que genera una legítima demanda de información por parte

ABSTRACT

The cellular mobil telephone has evolved, in a very short period of time, from a technology restricted and scarcely used to the universalisation of its use by all the societies.

The social perception that cellular mobil telephone represents a public health risk has created the need of developing a great deal of scientific/tecnic studies and also the implementation of legislation that gaaranties the development and use of information with the uppermost aim of public health protection.

KEY WORDS: Mobile telephony. Electromagnetic hipersensibilty sindrom. Royal Decree 1066/2001.

de los ciudadanos en lo que se refiere básicamente a las condiciones que deben cumplir las instalaciones y a los posibles efectos que pudieran derivarse para la salud.

ASPECTOS TÉCNICOS

Los primeros teléfonos o móviles de 1ª generación empleaban tecnología analógica, emitiendo en un rango entre los 160 MHz y los 900 MHz. A partir de 1992 la telefonía móvil se digitaliza con los sistemas DCS1800, y actualmente asistimos a la generalización de los móviles de 3ª generación con una capacidad muchísimo mayor de transmitir información en forma de datos y/o imágenes. En la tabla I se recoge esquemáticamente las fases de utilización de las diferentes tecnologías utilizadas en la telefonía móvil.

Las estaciones base constan de los siguientes elementos: torre soporte, controlador de canal y centro de conmutación. Se pueden clasificar en urbanas y rurales según su localización, con las características que se recogen en la tabla II.

Correspondencia: Pedro Javier Galache Ríos. Sección de Vigilancia de Riesgos Ambientales. Servicio de Sanidad Ambiental. Dirección General de Salud Pública y Alimentación. Consejería de Sanidad y Consumo. Madrid. C/Julián Camarillo, 6a, entresuelo. 28037 Madrid. Tel.: 912 05 22 65. Fax: 912 04 01 09. pedro.galache@salud.madrid.org

Tabla I. Cronología de los terminales móviles.

| |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • 1ª Generación (1976-1992) <ul style="list-style-type: none"> ◦ TAV 160 MHz - Teléfono Automático en Vehículos ◦ TMA 450 – Telefonía Móvil Automática ◦ TMA 900 ◦ GSM – Global System for Mobile communications |
| <ul style="list-style-type: none"> • 2ª Generación (1992-1999) <ul style="list-style-type: none"> ◦ DCS 1800 – Digital Cellular System |
| <ul style="list-style-type: none"> • 3ª Generación (1999-) <ul style="list-style-type: none"> ◦ UMTS 2000 – Universal Mobile Telecommunications System |

La telefonía móvil es un sistema tecnológico diseñado para emitir con la mínima potencia posible que permita mantener una comunicación entre los usuarios.

Esta transmisión de potencia se realiza sólo a través de los canales que se estén utilizando en ese momento para mantener la conexión. Además, hay que tener en cuenta que la transmisión es discontinua, es decir sólo hay emisión cuando el usuario habla, no mientras escucha. Para minimizar los niveles de emisión, es necesario que en la zona exista una buena cobertura, teniendo en cuenta que el momento de mayor emisión se produce en el momento de intentar establecer la comunicación, porque de esta forma el terminal necesita emitir menos para localizar la señal entrante.

En cuanto a las antenas, éstas pueden ser emisoras, receptoras o de repetición de la señal, siendo nece-

sario que estén situadas a una altura que les permita superar los obstáculos circundantes que impiden el paso de la señal y proporcionar cobertura a nivel del suelo.

La emisión radioeléctrica de cada antena presenta un lóbulo principal en dirección frontal y unos lóbulos secundarios, produciéndose una disminución exponencial de los niveles de emisión conforme disminuye la distancia, con lo que en la práctica en los lugares donde habitualmente permanecen o transitan personas los niveles son muy inferiores a los establecidos por la legislación.

En la tabla III se indican los niveles de referencia establecidos en el Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre, por el que se aprueba el reglamento que establece condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a emisiones radioeléctricas (BOE nº 234, de 29 de septiembre) y en las disposiciones autonómicas

Estos niveles de referencia se calculan a partir de la Tasa Especifica de Absorción (TAE), que relaciona la energía absorbida por el cuerpo humano y el nivel de densidad de campo electromagnético.

En la figura I se recogen los aspectos relacionados con la autorización, inspección, informe anual de exposiciones y los requisitos de equipos y aparatos, aspectos todos ellos competencia del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, según el Real Decreto 1066/2001, modificado en sus artículos 8.1 y 9.3 por la disposición final IV del Real Decreto 424/2005, de 15 de abril, por el que se aprueba el reglamento sobre las condiciones para la prestación de servicios de comunicaciones electrónicas, el servicio universal y la protección de los usuarios. (BOE nº 102, de 29 de abril de 2005).

Tabla II. Tipología de las estaciones base.

| ESTACIÓN RADIOELÉCTRICA | URBANA | RURAL |
|------------------------------|---|----------------------------------|
| Tipo | ER1 >10 Vatios ER2 ≤10 Vatios | ER3 >10 Vatios ER3 ≤10 Vatios |
| Ubicación | Azotea de edificios | Soporte-Torres (h: 20-40 m) |
| Tipo de célula | Microcélulas | Picocélulas Macrocelulas |
| Cobertura | 1 Km | Metros 15-20 Km |
| Potencia transmitida | Poca | Muy poca Alta |
| Estructura soporte | <ul style="list-style-type: none"> • Tubular (cada sector de la estació en un tubo individual) • Mástil con triángulo (cada sector en un lado del triángulo) • Mástil tubular (la antena se sitúa sobre el mástil) | |
| Diagrama de radiación | Ancho | Estrecho |

Tabla III. Niveles de referencia en España.

| NIVELES DE REFERENCIA | | | | | | |
|---------------------------|---|----------|--------------------|---------------|---------|----------|
| | R. D. 1066/2001 | Cataluña | Castilla-La Mancha | Castilla-León | Navarra | La Rioja |
| Gama de frecuencia | Densidad de Potencia equivalente de onda plana S (W/m²) | | | | | |
| 0 - 1 Hz | | | | — | | |
| 1 - 8 Hz | | | | — | | |
| 8 - Hz | | | | — | | |
| 0,025 - 0,8 KHz | — | | | — | | |
| 0,8 - 3 KHz | — | | | — | | |
| 3 - 150 KHz | — | | — | — | — | |
| 0,15 - 1 MHz | — | | — | — | — | |
| 1- 10 MHz | — | | — | — | — | |
| 10 - 400 MHz | 2 | 0,9 | 0,9 | 2 | | 2 |
| 400 - 2.000 MHz | f/200 | f/450 | f/450 | f/200 | — | f/200 |
| 2 - 300 GHz | 10 | 4,5 | 4,5 | 10 | — | |
| | | | | | 0,9 | 10 |
| | | | | | f/450 | |
| | | | | | 4,5 | |

Densidad de Potencia: $S = 1 \text{ W/m}^2 = 0,1 \text{ mW/cm}^2 = 100 \text{ }\mu\text{W/cm}^2$

ASPECTOS SANITARIOS

Los efectos biológicos que producen las emisiones radioeléctricas generadas por los elementos de la telefonía móvil (banda de frecuencias entre los 450 MHz y los 2000 MHz) pueden ser de tipo térmico o no térmico.

En cuanto a los efectos térmicos son ampliamente conocidos y se puede afirmar que las radiaciones ra-

dioeléctricas en el rango anteriormente citado no son capaces de provocar ionización y como consecuencia no pueden desencadenar la destrucción celular, aunque sí un aumento de la temperatura tisular o corporal inferior a 1 °C.

Actualmente las investigaciones se centran en los efectos no térmicos y el posible aumento del riesgo de desarrollo de tumores.

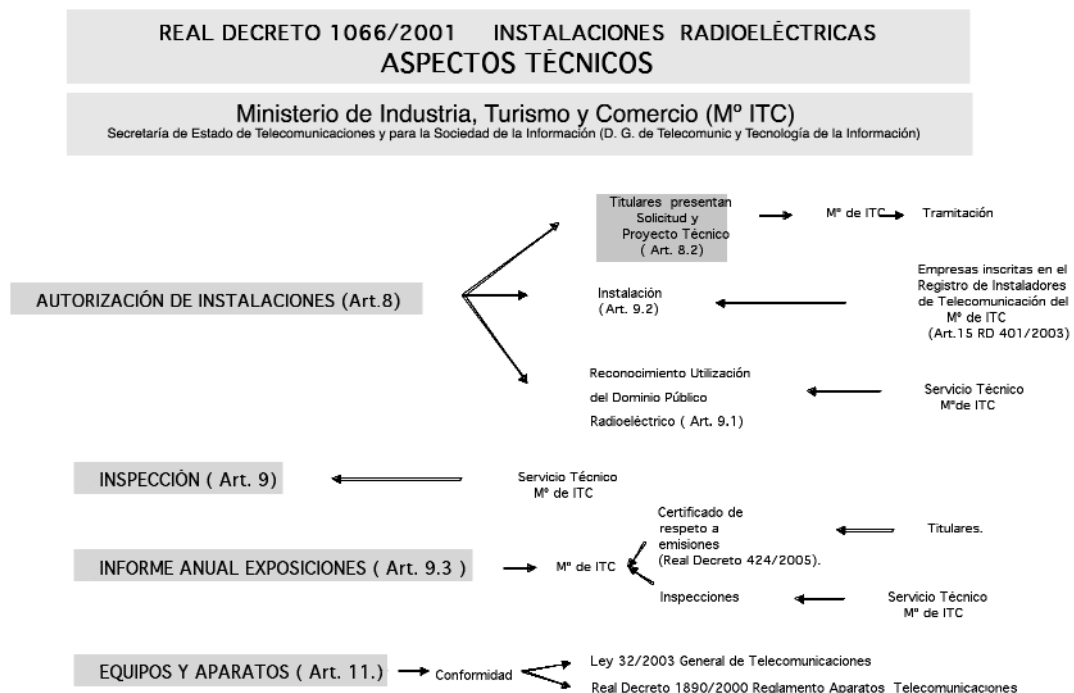


Figura I. Real Decreto 1066/2001. Competencias del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.

En este sentido la Organización Mundial de la Salud, concluirá en el año 2007 el proyecto CEM cuyos principales objetivos son los siguientes:

- dar respuesta a las inquietudes sobre los posibles efectos sanitarios de la exposición a los CEM;
- evaluar las publicaciones científicas, y elaborar informes;
- descubrir aspectos insuficientemente conocidos fomentando la investigación especializada y de alta calidad;
- facilitar el desarrollo de normas internacionalmente aceptables;
- asesorar a las autoridades nacionales y de otros ámbitos sobre los efectos sanitarios y ambientales de los CEM, y
- asesorar sobre las eventuales medidas o actuaciones de protección necesarias.

Mientras que se hacen públicos las conclusiones del citado proyecto, la OMS en su estudio “Champs électromagnétiques et santé publique – les téléphones mobiles et leur stations de base”, del año 2002, manifiesta que “hasta el momento ningún estudio permite concluir que la exposición a CEM de radiofrecuencias emitidas por teléfonos móviles o sus estaciones base representen algún peligro para la salud”

El Comité Científico Director de la Unión Europea en Toxicología, Ecotoxicología y Medio Ambiente, en el mismo año 2002, “Posibles efectos de los CEM, radiofrecuencias y microondas sobre la salud humana” concluye que “Los estudios realizados para radiofrecuencias y microondas no han proporcionado evidencias de efectos cancerígenos en niños o adultos, ni de citotoxicidad extrapolables a la población humana”.

Por su parte la Asociación Española Contra el Cáncer, en el año 2004, en el documento “Campos electromagnéticos: preguntas y respuestas”, establece las siguientes conclusiones:

- La exposición a campos electromagnéticos ha existido desde siempre.
- La relación entre campos electromagnéticos y salud ha sido motivo de numerosos estudios epidemiológicos y biomédicos.
- La normativa que regula las emisiones producidas por las antenas de telefonía móvil, está basada en recomendaciones de Comités de Expertos con el objetivo de proteger a la población.
- No se ha encontrado asociación causa-efecto entre la exposición a campos electromagnéticos dentro de los límites recomendados y el cáncer.
- No obstante, la investigación debe continuar abierta.

El comité de expertos del Ministerio de Sanidad y Consumo, en su trabajo “Campos electromagnéticos en relación con la salud pública”, realizado en el año 2001, y actualizado en el 2003, pone de manifiesto que existe una percepción muy negativa sobre los posibles efectos nocivos de la exposición a campos electromagnéticos ambientales, y que esta percepción de riesgo puede desencadenar molestias de origen indeterminado como insomnio, dolor de cabeza o tensión nerviosa que han sido agrupadas dentro del llamado “síndrome de hipersensibilidad electromagnética”.

No obstante este comité indica que por el momento no se ha identificado ningún mecanismo biológico que muestre una posible relación causal entre la exposición a campos electromagnéticos y el riesgo de padecer alguna enfermedad.

REAL DECRETO 1066/2001 INSTALACIONES RADIOELÉCTRICAS
ASPECTOS TÉCNICOS

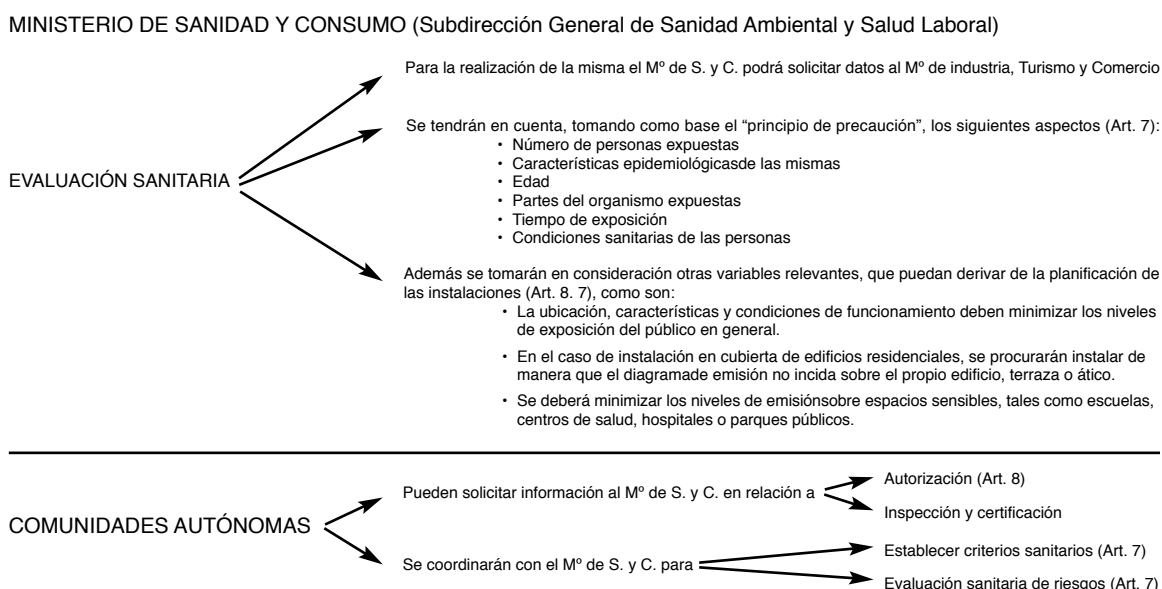


Figura II. Real Decreto 1066/2001. Competencias sanitarias. Fuente: Galache, P. J. 2002.

En la figura II se resumen los aspectos sanitarios recogidos en el ya citado Real Decreto 1066/2001, siguiendo los criterios de la Recomendación 1999/519/CE del Consejo de Ministros de Sanidad de la Unión Europea.

CONCLUSIONES

El servicio de telefonía móvil, es un servicio de utilidad pública, en el que a pesar de la ausencia de indicios de efectos nocivos para la salud conviene potenciar el control sanitario y la vigilancia epidemiológica siguiendo los criterios del "principio de precaución".

Así mismo, en todas las instalaciones existentes y en las futuras deben utilizarse las posibilidades técnicas más avanzadas disponibles, de forma que se garantice la mínima exposición posible.

BIBLIOGRAFÍA

1. Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre, por el que se aprueba el reglamento que establece condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a emisiones radioeléctricas (BOE nº 234, de 29 de septiembre)
2. Real Decreto 424/2005, de 15 de abril, por el que se aprueba el reglamento sobre las condiciones para la prestación de servicios de comunicaciones electrónicas, el servicio universal y la protección de los usuarios. (BOE nº 102, de 29 de abril)
3. Orden CTE /23/2002, de 11 de enero, por la que se establecen condiciones para la presentación de determinados estudios y certificaciones por operadores de servicios de radiocomunicaciones. (BOE nº 11 de 12 de Enero)
4. Directiva 2004/40/CE, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la exposición de los trabajadores a los riesgos derivados de los agentes físicos (campos electromagnéticos). (DOUEL 30 de abril)
5. http://www.who.int/docstore/peh-emf/publications/facts_press/fact_spanish.htm
6. <http://www.who.int/peh-emf/project/es>
7. http://www.europarl.eu.int/stoa/publi/pdf/briefings/05_es.pdf
8. <http://www.mcw.edu/gcrc/cop/telefonos-moviles-salud/toc.html>
9. <http://www.mtas.es/insht/>

ALGORITMO DE EVALUACIÓN DEL RIESGO DE TRANSMISIÓN DE 'LEGIONELLA' EN INSTALACIONES DE TRANSPORTE Y TRATAMIENTO DE MASA DE AGUA

LEGIONELLA RISK ASSESSMENT IN WATER INSTALLATIONS

Paulino Pastor Pérez

SGS Tecnos SA

RESUMEN

La legionelosis es una enfermedad producida por la inhalación de bacterias de la especie *Legionella*, que ocasionalmente pueden colonizar algunas instalaciones de la edificación que utilizan agua para su funcionamiento.

El presente artículo describe un algoritmo de evaluación del riesgo de transmisión de legionelosis particularizado para cada tipo de instalación de riesgo a fin de cubrir las características específicas de cada equipo, pero con una estructura común similar, para asegurar la sencillez de uso y la homogeneidad de resultados. Este algoritmo ha sido desarrollado en el seno de la Comisión de Expertos de *Legionella* del Ministerio de Sanidad

La principal utilidad de una herramienta de estas características es la de minimizar tanto como sea posible la subjetividad de los inspectores en la identificación y evaluación de los riesgos asociados a las instalaciones. Este tipo de algoritmos son posibles en situaciones de riesgo dependientes de un número reducido de parámetros y relativamente sencillas de controlar, como es el caso de las instalaciones de agua en la edificación.

Se ha optado por el desarrollo de un índice global de riesgo, valorado de 0 a 100, (0 mínimo riesgo, 100 máximo riesgo) y distribuido, a su vez, en tres subíndices, que definen los principales aspectos del riesgo a tener en consideración:

Índice estructural: diseño.

Índice de mantenimiento: calidad del mantenimiento.

Índice operacional: modo de funcionamiento del equipo.

Cubriendo las diferentes etapas de vida de la instalación.

PALABRAS CLAVE: *Legionella*. *Pneumophila*. Riesgo. Evaluación. Índice.

ABSTRACT

Legionelose is an illness produced as a consequence of the inhalation of bacteria of the specie *Legionella*, which occasionally may colonize some of the water installations of the buildings.

This article describes a *Legionella* risk assessment algorithm particularized for every type of installation covering all the specific characteristics of every piece of equipment, but keeping a common similar structure that allows easiness of use and homogeneous results. This algorithm has been developed by the Experts Commission of the Ministry of Health.

The main use of these kind of tools is to minimize as much as possible the subjectivity of the inspectors in the identification and assessment of risks associated to the installations. These types of algorithms are applicable in risks depending on a relative low number of parameters that are somehow easy to control, as it happens in the water installations in the buildings.

It has been chosen to develop a global index rated from 0 to 100 (meaning 0 minimum risk and 100 maximum risk) distributed in term in three sub indexes, which define the main risk aspects to be taken into account.

Structural Index: design

Maintenance Index: maintenance quality

Operational Index: performance of the equipment.

Covering all the different aspects of the life of the installations.

KEY WORDS: *Legionella*. *Pneumophila*. Risk. Assessment. Index.

INTRODUCCIÓN

El artículo 4 del Real Decreto 865/2003, de 4 de julio, por el que se establecen los criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la legionelosis establece lo siguiente:

“Artículo 4. Responsabilidad de los titulares de las instalaciones.

Los titulares de las instalaciones descritas en el artículo 2 serán responsables del cumplimiento de lo dispuesto en este real decreto y de que se lleven a cabo los programas de mantenimiento periódico, las mejoras estructurales y funcionales de las instalaciones, así como del control de la calidad microbiológica y físico-química del agua, **con el fin de que no representen un riesgo para la salud pública.**”

Asimismo, en el artículo 8 se cita:

“Artículo 8. Programas de mantenimiento en las instalaciones.

[...] La autoridad sanitaria competente, **en caso de riesgo para la salud pública** podrá decidir la ampliación de estas medidas.”

Por otra parte en el artículo 10, que determina las competencias de la inspección sanitaria, se dice lo siguiente:

“Artículo 10. Inspección sanitaria.

[...] En caso necesario se dictarán las medidas para prevenir o minimizar el riesgo detectado, que incluirá la aplicación de las medidas preventivas recogidas en los artículos 6, 7 y 8 de este real decreto, así como la corrección de defectos estructurales, de mal funcionamiento o de mantenimiento defectuoso de las instalaciones por parte del responsable de éstas.

Si del resultado de estas inspecciones se concluye que existe riesgo para la salud pública, la autoridad sanitaria competente podrá decidir la clausura temporal o definitiva de la instalación.”

Es decir, el concepto del riesgo asociado a las instalaciones y su control es uno de los puntos clave del Real Decreto 865/2003 de Prevención de Legionelosis, con estas premisas cuando se inició la redacción de las guías técnicas que servirán como complemento para la interpretación del citado real decreto, se planteó el debate de si debería profundizarse en el concepto del riesgo asociado a las instalaciones, y aun más importante, si debería desarrollarse un algoritmo que sirviese de apoyo, tanto para los profesionales que deben llevar a cabo el control de las instalaciones como para los inspectores sanitarios que deben valorar su nivel de riesgo, con importantes posibles repercusiones para los titulares de las instalaciones, si el nivel de riesgo se considera elevado.

Era obvio, que el concepto de riesgo era un punto clave y por tanto debía tratarse; sin embargo, el desarrollo de un algoritmo que incluyese, como es el caso, valoraciones numéricas, generó dudas, ya que podía

ser cuestionado. No obstante, se valoraron las ventajas que podía aportar una herramienta de estas características y se consideró que era una buena opción.

En cualquier caso, el algoritmo se acompaña de la siguiente nota:

“Este algoritmo es un indicador del riesgo, que en cualquier caso siempre debe utilizarse como una guía que permite minimizar la subjetividad del inspector pero que no sustituye el análisis personalizado de cada situación concreta.

Independientemente de los resultados de la evaluación de riesgo, los requisitos legales de cualquier índole (Real Decreto 865/2003 u otros que le afecten) relativos a estas instalaciones, deben cumplirse.”

MATERIAL Y MÉTODOS

La evaluación de un riesgo no es más que la revisión cuidadosa de los factores que podrían causar las condiciones para que se genere un daño.

En nuestro caso, el daño sería la infección por *Legionella* de una o varias personas.

La metodología para la evaluación del riesgo ha sido, realizar listados exhaustivos de los diversos factores que podrían generar las condiciones que favorezcan la cadena de eventos que deben suceder para que se produzca una infección por legionelosis, introducción de la bacteria en la instalación, condiciones idóneas de desarrollo, transmisión y permanencia de gotas en el ambiente e inhalación por parte de una persona susceptible de desarrollar la enfermedad.

Dado que se buscaba que el algoritmo fuese una herramienta que sirviera no sólo para evaluar sino incluso como guía de actuación para disminuir el riesgo, se consideraron los factores desde el punto de vista de la instalación, partiendo de las características estructurales de las instalaciones, pasando después a la calidad del mantenimiento y, por último, al modo de operación de las mismas.

Otro aspecto muy importante que se ha tenido en consideración es la particularización de los diversos factores de riesgo para cada tipo de instalación. Esto es especialmente importante y útil, ya que, evidentemente, los factores que afecten a una torre de refrigeración son diferentes de los que afecten a un sistema contra incendios, por ejemplo. Sin embargo, es cierto que, si bien el enunciado de los factores y sobre todo las acciones correctoras que los pueden minimizar se han particularizado, hay unas líneas generales comunes. A continuación se detallan los diversos factores de una forma genérica y su relación con la cadena de eventos que pueden generar infecciones.

En la particularización de los factores de riesgo para cada instalación, algunos de los factores se han eliminado al considerarse de menor relevancia, tal como se aprecia en la sección de ejemplos de aplicación del algoritmo.

Tabla I. Lista completa de factores de riesgo (todas las instalaciones).

| FACTORES DE RIESGO ESTRUCTURAL | EVENTOS |
|--|--|
| Procedencia del agua | Introducción de la bacteria en la instalación |
| Conexión entre instalaciones | |
| Accesibilidad para mantenimiento | Condiciones idóneas de desarrollo de la bacteria |
| Agua estancada, facilidades de vaciado o presencia de tramos muertos | |
| Materiales (composición, rugosidad, corrosividad) | |
| Tipo de pulverización y tamaño de gotas | Transmisión y permanencia de gotas en el ambiente |
| Existencia de obstáculos, conductos de aire, o similares | |
| Condiciones atmosféricas (vientos, humedad relativa, temperaturas ambientales) | |
| Punto de emisión de aerosoles. Entorno cercano a la torre | Inhalación por parte de una persona susceptible de desarrollar la enfermedad |
| Ubicación de la instalación | |
| Grado de ocupación del entorno | |
| FACTORES DE RIESGO MANTENIMIENTO | EVENTOS |
| Parámetros fisicoquímicos | Condiciones idóneas de desarrollo de la bacteria |
| Contaminación microbiológica | |
| Estado higiénico de la instalación | |
| Estado del sistema de tratamiento y desinfección, filtración, etc. | Condiciones idóneas de desarrollo de la bacteria y transmisión y permanencia de gotas en el ambiente |
| Estado mecánico de la instalación | |
| FACTORES DE RIESGO OPERACIÓN | EVENTOS |
| Temperatura del agua de aporte y en el equipo o instalación | Condiciones idóneas de desarrollo de la bacteria |
| Frecuencia de renovación del agua | |
| Frecuencia de uso | Inhalación por parte de una persona susceptible de desarrollar la enfermedad |

Para mayor utilidad y claridad de la herramienta, para cada factor se han redactado unas posibles situaciones que, sin ánimo de cubrir todas las posibilidades, sirven para determinar el nivel de riesgo asociado a cada factor concreto (ver ejemplos de aplicación del algoritmo).

Cada factor tiene una importancia relativa diferente, no es igual de importante que una torre de refrigeración se encuentre ubicada junto a una residencia de ancianos, a que se encuentre en una área climatológica húmeda. Por ello, la contribución al riesgo final de cada factor tuvo que ser ponderada de alguna forma, se optó por definir pesos diferentes en su contribución a la suma total del riesgo (ver ejemplos de aplicación del algoritmo). Cada factor puede ser calificado como “riesgo bajo”, “medio” o “alto”, dando lugar a una diferente contribución al riesgo total.

Por último, también se decidió dar diferente peso a los diversos tipos de factores: estructural, manteni-

miento y operación. El objetivo es que una instalación con un riesgo estructural elevado (por supuesto siempre que no incumpla el real decreto), pueda ser controlada con un riesgo de mantenimiento o de operación minimizado. Es decir, se trata de otorgar flexibilidad al control de la legionelosis, permitiendo que las medidas de carácter estructural que pueden resultar más costosas puedan ser pospuestas al menos temporalmente a costa de rebajar el riesgo con otros tipos de medidas de más sencilla aplicación como es la mejora del mantenimiento o cambios operacionales.

EJEMPLO DE APLICACIÓN DEL ALGORITMO

A continuación se muestra el ejemplo de aplicación del algoritmo a una torre de refrigeración tal como se publicará en las guías técnicas del Ministerio de Sanidad. En primer lugar se muestran las tablas de evaluación del riesgo estructural, de mantenimiento

Tabla II. Evaluación del riesgo estructural de la instalación

| FACTORES DE RIESGO ESTRUCTURAL | BAJO | MEDIO | | ALTO | |
|--|--|---|---|--|---|
| | FACTOR | FACTOR | ACCIONES A CONSIDERAR | FACTOR | ACCIONES A CONSIDERAR |
| Procedencia del agua | Agua fría de consumo humano | Captación propia tratada | Controlar con la frecuencia indicada en la sección. Revisión del correcto funcionamiento de los equipos de tratamiento | Captación propia no tratada. Procedentes de plantas de tratamiento de aguas residuales | Controlar con la frecuencia indicada la contaminación microbiológica e introducir equipos de tratamiento, como mínimo filtración y desinfección |
| Agua estancada | El agua se mueve en tuberías y balsas constante o periódicamente de tal forma que el biocida accede a todos los puntos de la instalación | Existen elementos que por características técnicas mantienen ocasionalmente el agua estancada (bombas de reserva, by-pass, etc) | Establecer un programa de movimiento periódico del agua en dichos elementos. Se ha de garantizar el acceso del biocida a todos los puntos de la instalación | Existen tramos muertos, depósitos o equipos en desuso, by-pass, etc. sin justificación técnica | Eliminar dichos tramos |
| Materiales • Composición • Rugosidad • Corrosividad | Materiales metálicos y plásticos que resistan la acción agresiva del agua y biocidas | Hormigón. Materiales metálicos y plásticos no resistentes a las condiciones del agua de la instalación | Sustitución de materiales o recubrimiento con materiales adecuados. Adición de inhibidores de corrosión | Cuero Madera Celulosa Otros materiales que favorezcan el desarrollo de bacterias | Sustitución de materiales |
| Tipo de pulverización y tamaño de gotas | Nivel bajo de aerosolización | Nivel importante de aerosolización con gotas grandes que caen por gravedad | Disponer de separador de gotas asegurando que cumple los requisitos del RD 865/2003. Artículo 7 2.e) | Nivel muy importante de aerosolización con gotas finas que son transportadas por el aire | Disponer de separador de gotas asegurando que cumple los requisitos del RD 865/2003 |
| Punto de emisión de aerosoles. Entorno cercano a la torre | Instalación totalmente aislada de elementos a proteger | Existen elementos a proteger pero alejados del punto de emisión, o se dispone de barreras de protección | Ajustar distancia según norma UNE 100-030 (Anexo informativo) cuando sea aplicable | Próximo a elementos a proteger (tomas de aire exterior, ventanas, etc.) | Ajustar distancia según norma UNE 100-030 (Anexo informativo) cuando sea aplicable |
| Condiciones atmosféricas • Vientos • Humedad relativa • Temperaturas ambientales | El efecto de las condiciones atmosféricas no es significativo. Se han tomado medidas paliativas (apantallamiento, minimización de emisión, etc.) | Existen elementos a proteger pero se hallan alejados del punto de emisión, o se dispone de barreras de protección | Ajustar distancia según norma UNE 100-030 (Anexo informativo) cuando sea aplicable | Próximo a elementos a proteger (tomas de aire exterior, ventanas, etc.) | Ajustar distancia según norma UNE 100-030 (Anexo informativo) cuando sea aplicable |
| Ubicación de la instalación | Zona alejada de áreas habitadas: rurales, industriales, etc. | Zona urbana de baja o media densidad de población | No aplica. Este factor es una condición impuesta, su impacto se paliará con medidas adicionales de prevención | Zona urbana de alta densidad. Zona con puntos de especial riesgo: hospitales, etc | No aplica. Este factor es una condición impuesta, su impacto se paliará con medidas adicionales de prevención |

Tabla III. Evaluación del riesgo de mantenimiento de la instalación

| FACTORES DE RIESGO MANTENIMIENTO | BAJO | MEDIO | | ALTO | |
|---|---|--|---|---|--|
| | FACTOR | FACTOR | ACCIONES A CONSIDERAR | FACTOR | ACCIONES A CONSIDERAR |
| Parámetros fisicoquímicos | Cumple las especificaciones del RD 865/2003 Tabla 1 Anexo 4. | No cumple algunas de las especificaciones del RD 865/2003 Tabla 1 Anexo 4, o el incumplimiento es puntual | Repetir el ensayo Adoptar acciones correctoras específicas según el parámetro | No cumple las especificaciones del RD 865/2003 Tabla 1 Anexo 4. | Revisar el programa de tratamiento del agua y adoptar acciones correctoras específicas para cada parámetro |
| Contaminación microbiológica | En los controles analíticos aparece: • Aerobios totales < 10.000 ufc/ml y • <i>Legionella</i> sp < 100 ufc/l | En los controles analíticos aparece: • Aerobios totales 10.000-100.000 ufc/ml o • <i>Legionella</i> sp 100-1000 ufc/l | Según RD 865/2003 Anexo 4 Tablas 2 y 3 | En los controles analíticos aparece: • Aerobios totales > 100.000 ufc/ml o • <i>Legionella</i> sp > 1000 ufc/l | Según RD 865/2003 Anexo 4 Tablas 2 y 3 |
| Presencia de algas | No hay presencia de algas | Presencia ligera de algas | Eliminar las algas Aplicar algicidas Proteger el agua de la radiación solar | Presencia elevada de algas | Eliminar las algas Aplicar algicidas Proteger el agua de la radiación solar |
| Estado higiénico de la instalación | La instalación no presenta lodos, biocapa, turbidez, etc. | La instalación presenta áreas de biocapa y suciedad no generalizada | Realizar una limpieza de la instalación | La instalación presenta biocapa y suciedad visible generalizada | Realizar una limpieza y desinfección preventiva de la instalación. Según RD 865/2003 anexo 4B |
| Estado mecánico de la instalación | Buen estado de conservación. No se detecta presencia de corrosión ni incrustaciones | Algunos elementos de la instalación presentan corrosión y/o incrustaciones | Sustituir o tratar los elementos con corrosión y/o incrustaciones Verificar sistema de tratamiento | Mal estado general de conservación. Corrosión y/o incrustaciones generalizadas | Sustituir o tratar los elementos con corrosión y/o incrustaciones Verificar sistema de tratamiento. Añadir inhibidores de corrosión o utilizar materiales más resistentes a la corrosión |
| Estado del sistema de tratamiento y desinfección | La instalación dispone de un sistema de tratamiento y desinfección adecuado funcionando correctamente. | La instalación dispone de un sistema de tratamiento y desinfección adecuado pero no funciona correctamente | Revisar, reparar o sustituir el actual sistema de tratamiento | La instalación no dispone de sistema de tratamiento y desinfección | Instalar el sistema de tratamiento y desinfección |

Tabla IV. Evaluación del riesgo estructural de la instalación.

| FACTORES DE RIESGO ESTRUCTURAL | BAJO | MEDIO | | ALTO | |
|--------------------------------------|---|--|--|--|--|
| | FACTOR | FACTOR | ACCIONES A CONSIDERAR | FACTOR | ACCIONES A CONSIDERAR |
| Temperatura del agua en balsa | <20 °C >50 °C | 20-<35 °C >37-50 °C | No aplica. Este factor es una condición impuesta, su impacto se paliara con medidas adicionales de prevención | 35-37 °C | No aplica. Este factor es una condición impuesta, su impacto se paliara con medidas adicionales de prevención |
| Frecuencia de funcionamiento | La torre funciona en continuo o realiza recirculaciones de agua con biocida diarias | La torre permanece parada por periodos superiores a un mes | Poner diariamente en marcha las bombas de recirculación junto con el sistema de dosificación de biocida, para asegurar la correcta distribución del biocida (recircular al menos 2 volúmenes de sistema) | La torre permanece parada por periodos superiores a un mes | Limpiar y desinfectar antes de volver a poner en marcha. Si se desea rebajar el nivel de riesgo poner diariamente en marcha las bombas de recirculación junto con el sistema de dosificación de biocida, para asegurar la correcta distribución del biocida (recircular al menos 2 volúmenes de sistema) |

y de operación, con la guía de posibles acciones correctoras que permitiría disminuir el nivel de riesgo en caso necesario.

A continuación se presenta el algoritmo numérico de evaluación del riesgo asociado a la instalación:

Tabla V. Algoritmo de evaluación del índice global para torres de refrigeración.

| Riesgo estructural | Bajo | Medio | Alto |
|---|-------------|--------------|-------------|
| Procedencia del agua | 0 | 8 | 16 |
| Agua estancada | 0 | 5 | 10 |
| Materiales | 0 | 4 | 8 |
| Tipo de pulverización y tamaño de gotas | 0 | 11 | 22 |
| Punto de emisión de aerosoles. Entorno cercano a la torre | 0 | 10 | 20 |
| Condiciones atmosféricas | 0 | 4 | 8 |
| Ubicación de la instalación | 0 | 8 | 16 |
| ÍNDICE ESTRUCTURAL (IE) | 0 | 50 | 100 |
| Riesgo estructural | Bajo | Medio | Alto |
| Parámetros fisicoquímicos | 0 | 8 | 16 |
| Contaminación microbiológica | 0 | 11 | 22 |
| Presencia de algas | 0 | 5 | 10 |
| Estado higiénico de la instalación | 0 | 11 | 22 |
| Estado mecánico de la instalación | 0 | 7 | 14 |
| Estado del sistema de tratamiento y desinfección | 0 | 8 | 16 |
| ÍNDICE MANTENIMIENTO (IM) | 0 | 50 | 100 |
| Riesgo de operación | Bajo | Medio | Alto |
| Temperatura del agua en balsa | 0 | 20 | 40 |
| Frecuencia de funcionamiento | 0 | 30 | 60 |
| ÍNDICE OPERACIONAL (IO) | 0 | 50 | 100 |

Teniendo en consideración los diferentes pesos de cada uno de los índices de riesgos el valor medio se pondera de acuerdo a la siguiente fórmula:

ÍNDICE GLOBAL: 30% Índice estructural + 60% Índice mantenimiento + 10% Índice operacional

EJEMPLO DE EVALUACIÓN DEL RIESGO DE UNA INSTALACIÓN

Consideremos una instalación con las características que se describen en las siguientes tablas:

Tabla VI. Ejemplo de evaluación del riesgo de una instalación.

| FACTORES DE RIESGO ESTRUCTURAL | SITUACIÓN ACTUAL | FACTOR |
|--|---|--------|
| Procedencia del agua | Agua de la red de distribución pública | Bajo |
| Agua estancada | Existen elementos que mantienen ocasionalmente el agua estancada: 1 bomba de reserva y 4 metros de tubería <i>by-pass</i> | Medio |
| Materiales | Las tuberías de impulsión y retorno del condensador son de acero galvanizado | Medio |
| Tipo de pulverización y tamaño de gotas | Se observa visualmente la emisión de gotas grandes de agua que caen por gravedad | Medio |
| Punto de emisión de aerosoles Entorno cercano a la torre | La torre se encuentra próxima (5 metros) a las tomas de aire exterior del sistema de climatización del edificio | Alto |
| Condiciones atmosféricas | Los vientos dominantes dirigen el aerosol hacia unas zonas ajardinadas no muy utilizadas | Medio |
| Ubicación de la instalación | En la zona se encuentra ubicada una residencia de ancianos | Alto |

Tabla VII. Ejemplo de evaluación del riesgo de mantenimiento.

| FACTORES DE RIESGO MANTENIMIENTO | SITUACIÓN ACTUAL | FACTOR |
|--|---|--------|
| Parámetros fisicoquímicos | Los controles analíticos ofrecen el siguiente resultado: Turbidez: 50 NTU Fe total: 5 mg/l | Alto |
| Contaminación microbiológica | Los controles analíticos ofrecen el siguiente resultado: - Aerobios totales: 100.000 ufc/ml - <i>Legionella</i> sp: 100 ufc/l | Medio |
| Presencia de algas | Se observa una ligera presencia de algas | Medio |
| Estado higiénico de la instalación | La instalación presenta suciedad en el relleno, la balsa y el resto de los componentes | Alto |
| Estado mecánico de la instalación | El agua presenta una coloración marrón y se observan piezas metálicas (soportes) con corrosión visible | Medio |
| Estado del sistema de tratamiento y desinfección | La instalación no dispone de sistema de tratamiento y desinfección | Alto |

Tabla VIII. Ejemplo de evaluación del riesgo de operacional.

| FACTORES DE RIESGO OPERACIÓN | SITUACIÓN ACTUAL | FACTOR |
|-------------------------------|---|--------|
| Temperatura del agua en balsa | La temperatura en el agua de la balsa es de 29 °C | Medio |
| Frecuencia de funcionamiento | Las instalaciones se usan continuamente | Bajo |

Tabla IX. Índice estructural.

| Estructural | Factor | Valor |
|---|---------------|--------------|
| Procedencia del agua | Bajo | 0 |
| Agua estancada | Medio | 5 |
| Materiales | Medio | 4 |
| Tipo de pulverización y tamaño de gotas | Medio | 11 |
| Punto de emisión de aerosoles. Entorno cercano a la torre | Alto | 20 |
| Condiciones atmosféricas | Medio | 4 |
| Ubicación de la instalación | Alto | 16 |
| TOTAL: ÍNDICE ESTRUCTURAL (IE) | | 60 |

Tabla X. Índice de mantenimiento.

| Mantenimiento | Factor | Valor |
|--|---------------|--------------|
| Parametros fisicoquímicos | Alto | 16 |
| Contaminación microbiológica | Medio | 11 |
| Presencia de algas | Medio | 5 |
| Estado higiénico de la instalación | Alto | 22 |
| Estado mecánico de la instalación | Medio | 7 |
| Estado del sistema de tratamiento y desinfección | Alto | 16 |
| TOTAL: ÍNDICE MANTENIMIENTO (IM) | | 77 |

Tabla XI. Índice operacional.

| Operación | Factor | Valor |
|-------------------------------------|---------------|--------------|
| Temperatura del agua en balsa | Medio | 30 |
| Frecuencia de funcionamiento | Bajo | 0 |
| TOTAL: ÍNDICE OPERACIÓN (IO) | | 30 |

A partir de estos factores se calcularía el Índice Global tal y como se muestra en las tablas, aplicando a cada factor el valor asignado a su nivel de riesgo. Aplicando los factores de ponderación a cada índice se obtiene el resultado siguiente:

$$\text{ÍNDICE GLOBAL} = 0,3 \cdot \text{IE} + 0,6 \cdot \text{IM} + 0,1 \cdot \text{IO} \Rightarrow 67,2$$

El índice global se encuentra por encima de 60, el índice de mantenimiento supera 50, lo cual nos obliga a tomar medidas, y además se deben corregir los incumplimientos al Real Decreto 865/2003

En este caso se han detectado una distancia insuficiente con respecto a las tomas de aire exterior, de

Tabla XII. Factores de riesgo estructural con acción correctora.

| FACTORES DE RIESGO ESTRUCTURAL | SITUACIÓN ACTUAL | ACCIÓN CORRECTORA | FACTOR |
|---|--|--|---------------|
| Agua estancada | Existen elementos que mantienen ocasionalmente el agua estancada: 1 bomba de reserva y 4 metros de tubería by-pass | Se establece un plan de apertura periódica de los elementos que mantienen el agua estanca, y de rotación de las bombas | Bajo |
| Tipo de pulverización y tamaño de gotas | Se aprecia y se observa visualmente la emisión de gotas de agua grandes que caen por gravedad | Se cambia el separador de gotas por otro más eficiente | Bajo |
| Punto de emisión de aerosoles Entorno cercano a la torre | La torre se encuentra próxima (5 metros) a las tomas de aire exterior del sistema de climatización del edificio | Se colocan pantallas que aseguran una separación superior a 2 metros en altura | Medio |

Tabla XIII. Factores de riesgo de mantenimiento con acción correctora.

| FACTORES DE RIESGO MANTENIMIENTO | SITUACIÓN ACTUAL | ACCIÓN CORRECTORA | FACTOR |
|---|---|--|-------------|
| Parámetros fisicoquímicos | Los controles analíticos ofrecen el siguiente resultado: Turbidez: 50 NTU Fe total: 5 mg/l | Se instala un sistema de filtración de agua y un sistema de dosificación de anticorrosivo. Tras las reformas los niveles se corrigen | Bajo |
| Contaminación microbiológica | Los controles analíticos ofrecen el siguiente resultado: -Aerobios totales: 100.000 ufc/ml - <i>Legionella</i> sp: 100 ufc/l | Los niveles se corrigen tras la instalación de un sistema automatizado de dosificación de biocida | Bajo |
| Presencia de algas | Se observa una ligera presencia ligera de algas | Se realiza una limpieza de la torre y las algas desaparecen. La dosificación en continuo de biocida-algicida ayudará a evitar la reaparición | Bajo |
| Estado higiénico de la instalación | La instalación presenta suciedad en el relleno, la balsa y el resto de los componentes | Se desmonta y se limpia el relleno cambiando las piezas rotas | Bajo |
| Estado mecánico de la instalación | Se observan piezas metálicas (soportes) con corrosión visible | Se reparan las piezas y instala un sistema de dosificación de anticorrosivo | Bajo |
| Estado del sistema de tratamiento y desinfección | La instalación no dispone de sistema de tratamiento y desinfección | Se instala un sistema automatizado de dosificación de biocida | Bajo |

Tabla XIV. Factores de riesgo de mantenimiento con acción correctora.

| FACTORES DE RIESGO MANTENIMIENTO | SITUACIÓN ACTUAL | ACCIÓN CORRECTORA | FACTOR |
|----------------------------------|------------------|-------------------|--------|
| No se consideran cambios | | | |

acuerdo a la norma UNE 100030, por tanto el valor de ubicación es alto. Asimismo, se han detectado otros incumplimientos tanto estructurales como de mantenimiento y de operación, en los que prácticamente todos los parámetros debe de ser corregidos.

Corrigiendo estos factores obtenemos los resultados que se muestran en las siguientes tablas. Hay

que tener en cuenta que a veces no es posible actuar contra todos los factores.

Una vez realizadas las correcciones el Índice Global queda como se muestra en las siguiente tabla.

Con la aplicación de las medidas correctoras indicadas se ha conseguido reducir el índice Global desde

Tabla XV. Índice de riesgo estructural, de mantenimiento y de operación corregidos.

| Estructural | Factor | | Valor | |
|---|----------|--------------------------|-----------|--------------------------|
| | Anterior | Con acciones correctoras | Anterior | Con acciones correctoras |
| Procedencia del agua | Bajo | Bajo | 0 | 0 |
| Agua estancada | Medio | Bajo | 5 | 0 |
| Materiales | Medio | Medio | 4 | 4 |
| Tipo de pulverización y tamaño de gotas | Medio | Bajo | 11 | 0 |
| Punto de emisión de aerosoles. | | | | |
| Entorno cercano a la torre | Alto | Medio | 20 | 10 |
| Condiciones atmosféricas | Medio | Medio | 4 | 4 |
| Ubicación de la instalación | Alto | Alto | 16 | 16 |
| TOTAL: ÍNDICE ESTRUCTURAL (IE) | | | 60 | 34 |

Tabla XVI. Índice de riesgo estructural, de mantenimiento y de operación corregidos.

| Mantenimiento | Factor | | Valor | |
|--|----------|--------------------------|-----------|--------------------------|
| | Anterior | Con acciones correctivas | Anterior | Con acciones correctivas |
| Parámetros fisicoquímicos | Alto | Bajo | 16 | 0 |
| Contaminación microbiológica | Medio | Bajo | 11 | 0 |
| Presencia de algas | Medio | Bajo | 5 | 0 |
| Estado higiénico de la instalación | Alto | Bajo | 22 | 0 |
| Estado mecánico de la instalación | Medio | Bajo | 7 | 0 |
| Estado del sistema de tratamiento y desinfección | Alto | Bajo | 16 | 0 |
| TOTAL: ÍNDICE MANTENIMIENTO (IM) | | | 77 | 0 |

Tabla XVII. Índice de riesgo estructural, de mantenimiento y de operación corregidos.

| Operación | Factor | | Valor | |
|-------------------------------|----------|--------------------------|-----------|--------------------------|
| | Anterior | Con acciones correctivas | Anterior | Con acciones correctivas |
| Temperatura del agua en balsa | Medio | Medio | 30 | 30 |
| Frecuencia de funcionamiento | Bajo | Bajo | 0 | 0 |
| TOTAL: ÍNDICE OPERACIÓN (IO) | | | 30 | 30 |

67,2 hasta un valor de 13,2 y el Índice de Mantenimiento se ha disminuido hasta un valor de 0, lo cual implica un riesgo bajo en todos los factores.

Aunque la disminución del índice Estructural no ha sido tan drástica (60 a 34) controlando los factores riesgo de mantenimiento se reduce el índice global de forma considerable.

DISCUSIÓN.

Si bien, el algoritmo no pretende, ni debe, sustituir el análisis de riesgo particularizado de cada situación concreta, sirve para definir unos criterios de evaluación comunes, contrastados, que supondrán una

ayuda para que los inspectores dispongan de procedimientos de evaluación del riesgo comparables entre sí.

AGRADECIMIENTOS.

- A todos los participantes o promotores del desarrollo de las Guías Técnicas de Prevención de Legionelosis del Ministerio de Sanidad y Consumo.
- Ministerio de Sanidad y Consumo. Departamento de Salud Ambiental. Olivia Castillo, Covadonga Caballo, Fernando Carreras, Francisco Vargas.
- Federación Española de Empresas de Calidad Ambiental en Interiores (FEDECAL).
- Aqua España. Sergi Martí y Jorge Marcó.
- José Antonio Rodríguez Tarodo.

EL ESQUEMA DE ACEPTACIÓN EUROPEO PARA PRODUCTOS DE CONSTRUCCIÓN EN CONTACTO CON AGUA DE CONSUMO HUMANO

EUROPEAN ACCEPTANCE SCHEME FOR CONSTRUCTION PRODUCTS IN CONTACT WITH WATER INTENDED FOR HUMAN CONSUMPTION

Esperanza Menéndez Méndez

Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja (CSIC).

RESUMEN

El desarrollo legislativo y reglamentario europea se ha ido desarrollando de distinta manera en los diferentes Estados miembros (EM). Por su parte, la entrada en vigor de determinadas Directiva Europeas llevan asociado el desarrollo específico de algunos aspectos concretos, o la unificación de criterios, que pueden ser diferentes en varios EM.

Los productos de construcción en contacto con agua de consumo humano están afectados por las circunstancias descritas anteriormente. Por una parte, distintos Estados miembros tienen establecidos diferentes criterios de aceptación para la instalación de productos en contacto con el agua de consumo, y por otra parte, tanto la Directiva sobre Productos de Construcción como la Directiva sobre agua de consumo humano afectan a distintos aspectos reglamentarios que han de desarrollarse para poder cumplir con lo establecido en estas directivas.

Con el fin de adecuar la reglamentación de los distintos EM, que forman parte de la Unión Europea (UE), a los requisitos y especificaciones recogidos en las directivas mencionadas anteriormente, se vio la necesidad de desarrollar el Esquema de Aceptación Europeo para Productos de Construcción en Contacto con Agua de Consumo Humano (EAS).

PALABRAS CLAVE: Agua. Potable. Abastecimiento. Productos. Construcción.

INTRODUCCIÓN

Cuando se planteó la necesidad de realizar un esquema de aceptación europeo para productos de construcción en contacto con agua de consumo humano

ABSTRACT

The quality of the water intended for human consumption is regulated through the Directive 98/83/EC (Drinking Water Directive). Products used in the construction of water supply systems can cause significant deterioration of the water quality and therefore many Member States operate national acceptance schemes for these products. These products are covered by the Directive 89/106/EEC (Construction Products Directive) which calls for the preparation of European specifications for construction products and the approximation of the regulatory provisions of the Member States.

In order to minimise the differences in the national regulatory provisions and to enable the elaboration of European specifications for construction products in contact with water for human consumption, the regulatory authorities of the Member States have agreed to establish a European Acceptance Scheme (EAS) for construction products.

KEY WORDS: Water. Human consumption. Supplies. Products. Construction.

(EAS), algunos de los Estados miembros asociados a la UE, en ese momento, tenían sus esquemas propios para autorizar la utilización de determinados productos de construcción que fuesen a estar en con-

tacto con agua de consumo humano. Estos esquemas de aceptación nacionales no tenían los mismos requisitos en todos los países que los aplicaban, ni utilizaban el mismo tipo de ensayo o caracterización para evaluar la idoneidad de un determinado producto, de ahí la necesidad de encontrar un criterio único de evaluación.

Por su parte, la Directiva de Productos de Construcción (1989) y la Directiva de Agua Potable (1998) hacen referencia en su desarrollo, a aspectos que están directamente relacionados con la definición y calidad de los productos de construcción y del agua potable; y, por tanto, en algunos de sus artículos se recogen cuestiones que implican la necesidad de disponer de un documento único europeo que ampare estos productos.

Estas dos cuestiones fundamentales, esquemas de aceptación nacionales y directivas relacionadas, son la base sobre la cual se determina la necesidad de desarrollo del EAS.

SITUACIÓN EN LOS ESTADOS MIEMBROS AL INICIO DE LA ELABORACIÓN DEL EAS

Cuando se planteó la necesidad de elaborar un esquema de aceptación europeo único, en primer lugar se analizó la situación de los distintos EM, que en ese momento formaban parte de la CEE; analizándose los requisitos establecidos en cada uno de ellos y observándose las diferencias existentes, así como los criterios de aceptación establecidos en cada caso.

Bases del sistema de aprobación.

Los productos utilizados en contacto con el agua potable, en plantas de tratamiento y sistemas de distribución, pueden transmitir sustancias que pueden tener efectos adversos en la calidad del agua de forma general o pueden poner en riesgo la salud de los consumidores. En general, los consumidores no son conscientes del posible riesgo para la salud y de la calidad efectiva del agua, excepto en lo referente a los parámetros organolépticos subjetivos, como son el olor, sabor y color. Debido a esto, es necesario disponer de las siguientes herramientas para garantizar la calidad del agua de consumo:

- Autoridades reguladoras con conocimientos sobre los problemas y reglas propias de aprobación.
- Instituciones de ensayo y certificación para asegurar la calidad del producto.
- Fabricantes capaces de abastecer el mercado con productos adecuados.
- Suministradores de agua y otros usuarios capaces de seleccionar los productos adecuados y de instalarlos correctamente.

Todos los Estados miembros de la UE poseían una regulación nacional, mediante la transposición de la Directiva de Agua de Consumo (Directiva 98/83/CEE). Así mismo, los Estados Europeos Libre-

mente Asociados (EFTA) se encontraban con una situación similar respecto al agua de consumo. Además de esta directiva, varios países europeos tenían esquemas de aprobación nacionales, decretos, recomendaciones, etc. Algunos países europeos, como España, Austria y Suiza, incluían el agua de consumo en el ámbito de las directivas relativas a alimentación (Directivas Marco 76/893/CEE y 89/109/CEE, Directiva sobre plásticos y monómeros 90/128/CEE).

En muchos de los países no estaba definido un esquema de aprobación propio. En estos casos, es responsabilidad del suministrador local de agua potable el utilizar materiales adecuados y productos para contacto con agua de consumo que pueden satisfacer la reglamentación nacional. En otros países los organismos reguladores son los encargados del sistema de aceptación nacional. Estos sistemas están basados algunas de las siguientes cuestiones:

- una norma, o conjunto de normas, con las condiciones que se han de satisfacer antes de obtener el certificado de aceptación;
- evaluación de la potencialidad de los productos para lixiviar sustancias en el agua, por parte de un organismo experto de aprobación, o
- una combinación de las anteriores.

El proceso general para la aprobación de un determinado producto o material debería seguir el siguiente esquema general (figura I):

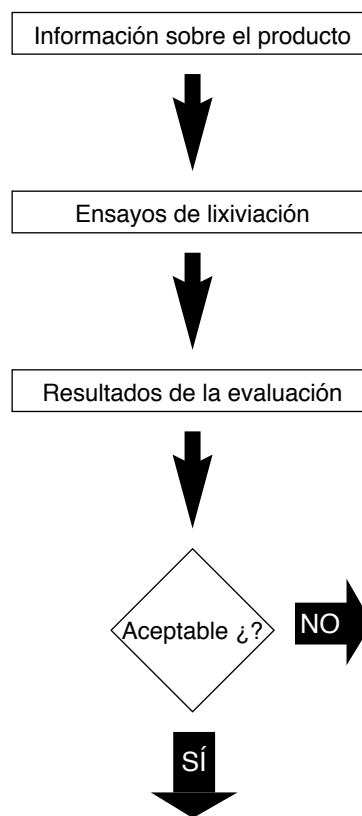


Figura I. Esquema general del procedimiento de aprobación.

En todos los sistemas parte de la información proviene de la naturaleza química de los productos o de los materiales con que están fabricados éstos. En base a esta información, se ha de seleccionar métodos y condiciones de ensayo adecuados con el fin de evaluar los diferentes productos. Los resultados de los ensayos han de ser evaluados y comparados con los límites establecidos por los organismos expertos, en base a evitar efectos toxicológicos adversos. Por su parte, las etapas, métodos, diferencias, tipos de ensayos, etc, se definen en cada tipo de sistema de aprobación.

DIRECTIVA DE PRODUCTOS DE CONSTRUCCIÓN (DIRECTIVA 89/106/CEE SOBRE PRODUCTOS DE CONSTRUCCIÓN) Y DIRECTIVA DE AGUA DE CONSUMO HUMANO (DIRECTIVA 98/83/CEE SOBRE AGUA POTABLE)

Como se ha indicado anteriormente la necesidad del desarrollo de un sistema de aceptación de productos de construcción en contacto con agua de consumo humano, se enmarca en el ámbito de la Directiva de Productos de Construcción (89/106/CEE) y de la Directiva de Agua Potable (98/83/CEE).

Directiva 89/106/CEE de Productos de Construcción

El objetivo fundamental es la armonización técnica y legislativa de los productos de construcción puestos en el mercado y la libre circulación en el Mercado Interior Europeo.

La armonización técnica y legislativa consiste en la adaptación de los "requisitos esenciales" que tengan relación con la seguridad, la salud y otras exigencias de interés colectivo, que deberán cumplir los productos puestos en el mercado, de manera que puedan beneficiarse de la libre circulación en el mercado interior europeo.

En el artículo 1 de la Directiva 89/106/CEE se define como **producto de construcción**, cualquier producto fabricado para su incorporación con carácter permanente a las obras de construcción, incluyendo tanto las de edificación como las de ingeniería civil.

Por su parte, en los artículos 19 y 20 se define la formación del Comité Permanente de la Construcción, que está compuesto por representantes de cada Estado miembro, y que tiene, entre otras, las siguientes funciones:

- Está encargado de velar por la correcta implementación de la directiva.
- Establecer los requisitos para los productos de construcción que no estén incluidos en los documentos interpretativos de la directiva.

Otro aspecto importante relacionado con la aplicación de la Directiva de Productos de Construcción es el desarrollo de Mercado CE de producto y el Sistema de Certificación de la Conformidad.

El mercado CE. Este mercado, colocado en un producto industrial, significa que el fabricante se ha asegurado que satisface los requisitos de la Directiva de Productos de Construcción.

La Certificación de Conformidad para el Mercado CE presupone que:

- El fabricante ha implantado un sistema de control de producción en fábrica.
- El producto cumple las especificaciones de una norma armonizada o de un DITE.
- Cuando se requiera, un organismo notificado ha emitido el certificado de conformidad de acuerdo con el sistema de evaluación que figure en la norma armonizada.

El producto de construcción que ostente el marcado CE, puede circular libremente en el mercado de la Unión Europea.

La Comisión ha ido tomando decisiones con respecto a los sistemas de certificación de conformidad de los productos para los que ha ido emitiendo mandatos de normalización. Para ello se ha seguido los métodos de control y sistemas sugeridos por la propia directiva, basada en la intervención de distintos organismos, tales como:

- | | | |
|-------------------------------|---|----|
| • Laboratorios Especializados | ⇒ | LE |
| • Fabricantes | ⇒ | F |
| • Organismos independientes | ⇒ | OI |
| • Organismos de control | ⇒ | OC |

Con relación a la garantía de la conformidad en los productos de construcción, la Comisión concretó seis sistemas de certificación a los que asignó un código numérico y una serie de tareas en coincidencia con las propuestas por la directiva. El sistema de conformidad más exigente es el denominado "sistema 1+", y el menos exigente el "sistema 4".

Con relación a los productos de construcción en contacto con el agua de consumo humano, la Comisión publicó la Decisión 2002/359/CEE, en la que se establecen, entre otras, las siguientes cuestiones:

- La Comisión debe elegir, para la certificación de conformidad de un producto, el procedimiento menos oneroso posible que sea compatible con la seguridad.
- La evolución de la conformidad de los productos del anexo I, se realizará, además de aplicando el sistema de control en fábrica por el fabricante, con una evaluación y vigilancia del control de producción o del producto por un organismo de certificación autorizado → **Sistema 1+**.

En el anexo I se recogen los productos a los que hace referencia este mandato.

"ANEXO I: Tuberías y sistemas de almacenamiento, tubos, cisternas, llaves, grifos, bombas, contadores de agua, dispositivos de protección y de seguridad, accesorios, adhesivos, juntas, selladores de juntas, juntas obturadoras, membranas, resinas, revestimientos incluidos forros, lubricantes y

grasas en contacto con el agua destinada al consumo humano”.

Directiva 98/83/CEE sobre agua potable

En el año 1998 se publicó, por parte de la Comisión Europea, la Directiva sobre agua de consumo humano, que posteriormente cada Estado miembro traspuso a su ordenamiento jurídico nacional.

En el artículo 10 de la Directiva 98/83/CE se establece que “Los productos que estén en contacto con el agua de consumo humano, por ellos mismos o por las prácticas de instalación que se utilicen, no transmitirán al agua de consumo humano sustancias o propiedades que contaminen o empeoren su calidad y supongan un incumplimiento de los requisitos especificados en el anexo I o un riesgo para la salud de la población abastecida”.

En el anexo I de la directiva se recogen los valores paramétricos referentes a las siguientes características del agua de consumo humano:

- Apartado A: parámetros microbiológicos.
- Apartado B.1: parámetros químicos.
- Apartado B.2: parámetros químicos que se controlan según las especificaciones del producto.
- Apartado C: parámetros indicadores.

Por su parte, en el apartado 2 del artículo 10 se indica que, los productos descritos en los artículos 10.4, 11 y 12 estarán sujetos a las disposiciones que regulará la CIPC (Comisión Interministerial de Productos de Construcción) y, en su caso, el R.D. 1078/1993.

DESARROLLO DEL EAS

El denominado Esquema Europeo de Aprobación (EAS) para productos de construcción en contacto con agua de consumo, se está elaborando actualmente bajo el amparo de la DG-Empresa de la CEE.

Dado que el EAS es un documento en elaboración, gran parte de los aspectos que en él han de recogerse no están todavía totalmente definidos. Sin embargo, los servicios de información de la Comisión Europea, y en particular la Dirección General de Empresa, bajo la cual está actuando el RG-CPDW, ha elaborado el esquema general bajo el cual se desarrollará el EAS, y que recogerá entre otros los siguientes aspectos:

- Antecedentes del EAS.
- Contexto en el que se enmarca el EAS.
- Fundamento jurídico para el establecimiento del EAS.
- Cuestiones importantes para el establecimiento del EAS.
- Alcance y contenido del EAS.
- Certificación de la conformidad de productos de construcción en contacto con el agua potable.
- Papel del CEN y la EOTA.
- Aspectos relativos a la investigación.
- Ventajas de la aplicación del EAS.
- Calendario.

- Período transitorio.
- Anexo I. Relativo a ejemplos de productos de construcción utilizados en contacto con agua de consumo.
- Anexo II. Relativo a compuestos de diversos materiales que pueden formar parte de los productos de construcción – Procesos para la inclusión de los distintos tipos de materiales en el EAS.

Resumen ejecutivo

La calidad del agua destinada al consumo humano está regulada por la Directiva 98/83/CEE (Directiva sobre el Agua Potable). Los productos utilizados en la construcción de los sistemas de suministro de agua pueden producir un deterioro significativo de la calidad del agua y, por ello, muchos Estados miembros someten estos productos a procesos nacionales de aprobación. Tales productos se rigen por la Directiva 89/106/CEE (Directiva sobre los productos de construcción) que exige la elaboración de especificaciones europeas para los productos de construcción y la aproximación de las disposiciones reglamentarias de los Estados miembros.

Con el fin de reducir al mínimo las diferencias entre las disposiciones reglamentarias nacionales y permitir la elaboración de especificaciones europeas para los productos de construcción en contacto con el agua destinada al consumo humano, las autoridades reguladoras de los Estados miembros han acordado establecer un esquema europeo de aprobación (EAS) de los productos de construcción. El fundamento jurídico para el establecimiento del EAS se encuentra en el artículo 10 de la Directiva 98/83/CE (Directiva sobre el agua potable) y en el artículo 20 de la Directiva 89/106/CEE (Directiva sobre los productos de construcción).

Los aspectos reglamentarios referidos a las condiciones marco para el ensayo y la aprobación de productos serán definidos en decisiones de la Comisión. Las normas armonizadas relativas a los productos y los métodos de ensayo que acompañen a las mismas serán elaborados por el Comité Europeo de Normalización (CEN) con arreglo a un mandato de la Comisión. Los productos para los que no se puedan establecer normas armonizadas podrán regirse por homologaciones técnicas europeas (a través del EOTA, organismo europeo para la homologación técnica).

Se ha llevado a cabo una amplia investigación en torno a cuatro aspectos (crecimiento microbiano, citotoxicidad, detección de sustancias no descritas y efectos de la desinfección) antes de adoptar la decisión de incorporarlos al EAS. Los resultados del proyecto de investigación se presentaron en agosto de 2003.

El EAS permitirá que los fabricantes y consumidores se beneficien del mercado interior y, a su vez, que los distribuidores de aguas cumplan las obligaciones que les corresponden de conformidad con la Directiva sobre el agua potable y que se consiga un

nivel de protección elevado y uniforme para los consumidores de la UE.

La finalidad de la presente comunicación es informar a las partes interesadas de los principales aspectos y del calendario del futuro esquema europeo de aprobación y confirmar el compromiso de los servicios de la Comisión por realizar el mercado interior en este sector.

Ámbito del EAS

El contenido actual de las disposiciones que rigen el EAS es en estos momentos insuficientemente preciso, desde un punto de vista jurídico (ausencia de una referencia precisa a todos los métodos de ensayo requeridos y ausencia de los necesarios valores límites), para poder convertirse en una decisión de la Comisión por la que se establezca el EAS.

La decisión de la Comisión relativa al establecimiento del EAS y las decisiones conexas acerca de los demás aspectos reglamentarios del mismo se publicarán en cuanto lo permita la necesaria convergencia de las opiniones de las autoridades reguladoras de los Estados miembros y el desarrollo del trabajo técnico.

La presente comunicación pretende ofrecer un resumen de los diversos elementos que componen el EAS (fundamento jurídico, aspectos reglamentarios, especificaciones técnicas, ventajas para las partes interesadas, etc.) y recordar a los Estados miembros su acuerdo provisional de adoptar el EAS a su debido tiempo.

Contexto

La calidad de las aguas destinadas al consumo humano es muy importante para nuestra salud. Con el fin de garantizar que estas aguas reúnen los requisitos de calidad necesarios, el Parlamento Europeo y el Consejo aprobaron la Directiva 98/83/CE relativa a la calidad de las aguas destinadas al consumo humano¹ (Directiva sobre el agua potable). Esta directiva establece un alto nivel de protección del ciudadano europeo al recoger requisitos específicos con los que debe cumplir el agua que sale del grifo.

La calidad del sistema de suministro de aguas puede verse afectada de manera significativa, entre otros factores, por las características de los productos utilizados para la construcción de los sistemas de distribución del agua. Con el fin de garantizar que dichos productos no ocasionen efectos inaceptables sobre la calidad del agua destinada al consumo humano, varios Estados miembros aplican diversos esquemas nacionales de aprobación. Los productos se someten a ensayos y la decisión sobre su aprobación se basa en criterios nacionales. Este marco reglamentario varía significativamente de unos Estados miembros a otros y tales diferencias suponen importantes obstáculos para el comercio de productos de construcción que se

ofrecen legalmente en el mercado de otros Estados miembros.

Con el fin de crear un mercado interior y de suprimir los obstáculos reglamentarios al comercio de los productos de construcción, el Consejo aprobó la Directiva 89/106/CEE de 21 de diciembre de 1988 relativa a la aproximación de las disposiciones legales, reglamentarias y administrativas de los Estados miembros sobre los productos de construcción² (Directiva sobre los productos de construcción). Esta directiva regula también los productos utilizados para la construcción de sistemas de distribución de agua y prevé la elaboración de especificaciones europeas que constituirán la base para determinar la idoneidad para el uso al que se destinan los productos y la obligación de que las disposiciones reglamentarias nacionales se remitan a estas especificaciones europeas.

Las importantes diferencias que existen actualmente entre las disposiciones reglamentarias nacionales de los Estados miembros acerca de los productos de construcción utilizados en los sistemas de distribución de agua no permiten la elaboración de especificaciones europeas tal y como se prevé en la Directiva 89/106/CEE. Los organismos de normalización han puesto de manifiesto la necesidad de actuar a escala europea mediante la elaboración de un marco reglamentario europeo común. Un estudio de viabilidad en el que se analizaban los esquemas de aprobación de Francia, Alemania, Países Bajos y el Reino Unido demostró que podría lograrse un esquema europeo de aprobación de dichos productos³.

El Comité Permanente de la Construcción y el Comité Permanente del Agua Potable acordaron establecer dicho Esquema Europeo de Aprobación de los Productos de Construcción en Contacto con las Aguas Destinadas al Consumo Humano y confiaron a la Comisión la tarea de coordinar los trabajos y de elaborar las propuestas necesarias.

La presente comunicación tiene por finalidad aclarar los principales aspectos de un futuro esquema europeo de aprobación de los productos de construcción regulados que estén en contacto con el agua destinada al consumo humano. Se ha considerado necesaria para informar a los diversos agentes y partes interesadas (organismos reguladores de los Estados miembros, redactores de las normas, fabricantes de productos, laboratorios de ensayos, organismos de certificación, empresas de distribución de agua, etc.) de los requisitos técnicos y jurídicos que se prevé aplicar a los productos de construcción en contacto con el agua destinada al consumo humano y para facilitar un calendario indicativo que contribuya a una transición sin problemas al nuevo marco reglamentario. Además de lo anterior, la comunicación pretende confirmar a todas las partes interesadas su compromiso con el logro del mercado interior en el sector de los productos de construcción regulados en contacto con el agua destinada al consumo humano.

Fundamentos jurídicos para el establecimiento del Esquema Europeo de Aprobación (EAS)

El fundamento jurídico para el establecimiento del EAS se encuentra en lo dispuesto en las dos directivas del Consejo que se citan a continuación:

- 1) Directiva 98/83/EC de 3 noviembre de 1998 relativa a la calidad de las aguas destinadas al consumo humano, que establece los requisitos europeos que ha de reunir el agua destinada al consumo humano en el grifo del consumidor. Esta Directiva sobre el agua potable exige también (artículo 10) que se ajusten a los requisitos en ella establecidos los documentos interpretativos y las especificaciones técnicas elaboradas en virtud de la Directiva sobre productos de construcción.
- 2) Directiva 89/106/EEC de 21 diciembre de 1988 relativa a la aproximación de las disposiciones legales, reglamentarias y administrativas de los Estados miembros sobre los productos de construcción, modificada por la Directiva 93/68/CEE, y en particular su artículo 20, que estipula el procedimiento que ha de seguirse para incluir disposiciones reglamentarias en las especificaciones técnicas elaboradas en virtud de la directiva.

Cuestiones importantes que han de tenerse en cuenta para el establecimiento del EAS

Para el establecimiento del EAS, los servicios de la Comisión consideran que:

- 1) Las normas comunitarias relativas a parámetros de calidad y salubridad esenciales y preventivos de las aguas destinadas al consumo humano resultan necesarias para definir los objetivos mínimos de calidad del medio ambiente que deben alcanzarse en relación con otras medidas comunitarias, para mantener y fomentar el uso sostenible de las aguas destinadas al consumo humano.
- 2) Dada la importancia para la salud humana de la calidad de las aguas destinadas al consumo humano, es necesario establecer a escala comunitaria normas de calidad básicas que deben cumplir las aguas destinadas a este fin.
- 3) Los valores paramétricos fijados en la Directiva 98/83/CE se basan en los conocimientos científicos disponibles y también se ha tenido en cuenta el principio de prevención. Estos valores se han seleccionado para que las aguas destinadas al consumo humano puedan consumirse con seguridad durante toda la vida y representen, por tanto, un alto nivel de protección de la salud.
- 4) La calidad de las aguas destinadas al consumo humano puede verse afectada por los sistemas de distribución. Se admite, además, que la responsabilidad del sistema de distribución domiciliaria o de su mantenimiento no puede corresponder a los Estados miembros.
- 5) Los métodos utilizados para analizar la calidad de las aguas destinadas al consumo humano deben garantizar unos resultados fiables y comparables.
- 6) Es importante impedir que las aguas contaminadas debido a su contacto con productos de cons-

trucción (por ejemplo, tubos, válvulas, etc.) puedan ser causa de peligro para la salud humana. Debería prohibirse el suministro de estas aguas y restringirse su utilización.

- 7) Puesto que en la preparación y distribución de las aguas destinadas al consumo humano puede ser preciso utilizar algunas sustancias o materiales, debe regularse su uso para evitar posibles efectos perjudiciales para la salud humana.
- 8) En junio de 1999 se creó un grupo de reguladores de los productos de construcción en contacto con el agua potable (RG-CPDW) compuesto por representantes oficialmente designados por los Estados miembros. El RG-CPDW es un grupo de trabajo dependiente del Comité Permanente de la Construcción (establecido en virtud del artículo 19 de la Directiva 89/106/CEE) y del Comité Permanente de las Aguas Destinadas al Consumo Humano (establecido en virtud del artículo 12 de la Directiva 98/83/CE). En las reuniones de este grupo participan observadores de las ramas del sector a las que atañe.
- 9) En caso necesario, se solicitará asesoramiento científico a la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA) y al Comité Científico de la Toxicidad, la Ecotoxicidad y el Medio Ambiente (CSTEE).
- 10) Los representantes de los Estados miembros en el Comité Permanente de la Construcción y en el Comité Permanente de las Aguas Destinadas al Consumo Humano han sido consultados y han aprobado por unanimidad la elaboración de un EAS que permita una aprobación europea de todos los productos y todos los materiales en contacto con las aguas destinadas al consumo humano.
- 11) La solución radica en un sistema consistente, entre otras cosas, en umbrales y listas positivas que no están incluidos en los documentos interpretativos de la Directiva 89/106⁴.
- 12) El apartado 2 del artículo 20 de la Directiva 89/106/CEE recoge el procedimiento que ha de seguirse para el establecimiento de clases de requisitos cuando éstos no estén incluidos en los documentos interpretativos.
- 13) Los valores umbral relativos a los aspectos reglamentarios de dicho procedimiento de aprobación serán fijados mediante decisiones de la Comisión.

Las medidas contempladas en la presente comunicación son conformes al dictamen del Comité Permanente de la Construcción y al dictamen del Comité Permanente de las Aguas Destinadas al Consumo Humano.

Alcance y contenido del EAS

- 1) En cuanto a sus propiedades en relación con la sanidad y la salud, todos los productos de construcción en contacto con aguas destinadas al consumo humano deberán evaluarse de conformidad con las disposiciones que se establezcan en el EAS. Los productos de cons-

trucción a los que atañe son aquellos que estén en la actualidad regulados en al menos un Estado miembro. En el anexo I se recogen ejemplos de dichos productos. Puede ser necesario dar cobertura a otros productos de construcción en lo que respecta a su idoneidad para el contacto con las aguas destinadas al consumo humano.

- 2) Esto atañe a todos los materiales utilizados para la fabricación de los productos arriba mencionados. No obstante, se recoge una lista preliminar y no exhaustiva de estos materiales en el anexo II.
- 3) El esquema europeo de aprobación permitirá que los productos de construcción en contacto con las aguas destinadas al consumo humano demuestren su idoneidad para el uso asignado, de conformidad con lo dispuesto en la Directiva 89/106/CEE.
- 4) El esquema europeo de aprobación incluirá:
 - Métodos de ensayo europeos elaborados por el CEN en virtud de un mandato de la Comisión. Algunos de estos métodos de ensayo pueden derivar de un programa de investigación sobre determinados temas puesto en marcha a escala europea.
 - Decisiones de la Comisión (sobre la base del apartado 2.a del artículo 20 de la Directiva 89/106/CEE), que fijarán las referencias de los métodos de ensayo correspondientes, las cuestiones consideradas objeto de reglamentación por los Estados miembros y los valores límite relacionados con los criterios de aprobación de los productos.
- 5) Se entiende que estas decisiones no pondrán en peligro el actual nivel de protección de los Estados miembros.
- 6) Entre las cuestiones objeto de reglamentación del EAS se encuentran:
 - La definición de las condiciones de ensayo, incluyendo, a título enunciativo y no exhaustivo, los métodos de toma de muestras, posiblemente las dimensiones de que se trate, las condiciones para la limpieza mediante descarga de agua y el aclarado de los productos, la naturaleza y temperatura del agua utilizado para los ensayos, los tiempos de estancamiento, etc.
 - Los criterios de aceptación (valores límite) en relación con cada método de ensayo.
 - El tipo, la naturaleza y los procedimientos de creación de las listas positivas europeas y de las listas de composición.
 - Los procedimientos y condiciones para las evaluaciones caso por caso relativas a nuevas sustancias, incluyendo, a título enunciativo y no exhaustivo, la consulta a la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria y/o al Comité Científico de la Toxicidad, la Ecotoxicidad y el Medio Ambiente.

Certificación de la conformidad de productos de construcción en contacto con el agua potable

El procedimiento de certificación de la conformidad de productos de construcción en contacto con el agua destinada al consumo humano establecido con arreglo a las disposiciones de la Directiva 89/106/CEE relativas a la característica de "idoneidad para el contacto con el agua potable" se define en la Decisión 2002/359/CE^{NT} de la Comisión⁵ que contempla la certificación de productos mediante auditoría de muestras. Para todas las demás características de estos productos es de aplicación la Decisión 1999/472/CE⁶.

Papel del CEN y del EOTA

La Comisión Europea ya ha dirigido un amplio mandato al CEN solicitando la elaboración de métodos de ensayo apropiados, así como de normas armonizadas europeas para los productos utilizados en los sistemas de distribución de agua en relación con la característica esencial de "idoneidad para el contacto con el agua potable".

Se espera que los organismos de homologación del EOTA expidan homologaciones técnicas europeas a los productos para los que no se puedan elaborar normas armonizadas. Con el fin de garantizar un enfoque coherente, los organismos de homologación deberán aplicar plenamente el EAS (métodos de ensayo europeos elaborados por el CEN, criterios de aceptación y todos los demás aspectos reglamentarios establecidos en el EAS).

Aspectos relativos a la investigación

En el curso del desarrollo inicial del EAS se identificaron cuatro aspectos que requerían un mayor análisis antes de decidir si debían incorporarse al mismo.

Ello dio lugar, posteriormente, a un proyecto de investigación en el que participaron quince laboratorios de 10 Estados miembros. Dicho proyecto analizó los siguientes cuatro aspectos:

- Incremento del crecimiento microbiano.
- Citotoxicidad.
- GCMS para la identificación de sustancias no descritas.
- Efectos sobre los productos de los procesos de desinfección.

El proyecto de investigación entregó sus resultados en agosto de 2003. Se espera que los organismos reguladores de los Estados miembros valoren estos resultados antes de adoptar sus decisiones definitivas acerca de los diversos aspectos que constituirán el EAS, si bien ya se ha establecido que el requisito de citotoxicidad no formará parte de la primera generación del EAS, debido a los problemas de repetibilidad y reproductividad del ensayo.

Ventajas de la aplicación del EAS

El EAS propuesto permitirá la elaboración de espe-

cificaciones europeas (normas armonizadas europeas y homologaciones técnicas europeas) que allanen el camino para el mercado interior de los productos de construcción en contacto con el agua potable. El EAS permitirá a los fabricantes, a la industria del agua y a los consumidores beneficiarse de los efectos del mercado interior. Los productos tendrán que cumplir con una especificación técnica y con un sistema de certificación de conformidad y podrán ser utilizados en todo el territorio de la UE. Esto supondrá un ahorro de costes para aquellos fabricantes que comercializan actualmente sus productos en los mercados de varios Estados miembros de la UE. En cambio, el cumplimiento con el EAS puede implicar un mayor coste para aquellos fabricantes que en la actualidad sólo venden en Estados miembros donde las normas en vigor son menos exigentes que el futuro EAS. No debe olvidarse, sin embargo, que tales Estados miembros están obligados también a aplicar la Directiva 98/83/CE. Por tanto, los productos que no cumplan con la Directiva 98/83/CE no pueden considerarse idóneos para su uso y serán rechazados en todos los Estados miembros de la UE.

De este modo, el EAS permitirá a los Estados miembros cumplir con las obligaciones que les corresponden de conformidad con la Directiva sobre agua potable y aplicar un nivel de protección elevado y uniforme en relación con la calidad del agua potable y la salud de los consumidores en toda la UE. Por consiguiente, el cumplimiento de los requisitos del EAS proporcionará a los fabricantes un importante argumento de marketing a la hora de exportar a terceros países.

Periodo transitorio

Se solicita a los Estados miembros que, durante el período conducente a la entrada en vigor del EAS, no modifiquen sus esquemas nacionales de aprobación de ningún modo que no sea coherente con las principales características del EAS. Se recuerda a las autoridades de los Estados miembros que todas las nuevas disposiciones reglamentarias deben ser notificadas antes de su aprobación a la Comisión y a los Estados miembros con arreglo al procedimiento previsto en la Directiva 98/34/CE⁷.

Las disposiciones transitorias para la introducción del EAS permitirán a los organismos reguladores nacionales, a la industria del agua y a los fabricantes ajustarse gradualmente a los nuevos requisitos reglamentarios.

Dado el retraso que está sufriendo la entrada en vigor del EAS, tanto por los propios problemas en el desarrollo y en llegar a un acuerdo entre los Estados Miembros, como por la necesidad de desarrollo reglamentario todavía no concluido, algunos países europeos están planteando una reglamentación nacional siguiendo la filosofía y esquema del EAS.

Anexo I: Entre los productos de construcción típicos que están en contacto con el agua potable y que se analizan pueden citarse, por ejemplo, los siguientes: tubos, depósitos, equipos de conducción y almacenamiento, válvulas, grifos, contadores de agua, bombas, mecanismos de protección y seguridad, piezas de ajuste, juntas, cierres de juntas, obturadores, membranas, resinas, revestimientos (incluidos los revestimientos interiores), lubricantes, grasas en contacto con el agua destinado al consumo, etc.

Anexo II: Los productos arriba mencionados pueden estar compuestos de diversos materiales, por ejemplo: materiales cementosos (p.ej.: hormigón armado, reforzado con fibra, no armado, precomprimido, revestido con epoxis, cemento con fibras), materiales metálicos (p. ej.: acero, aluminio, cobre, aleaciones, hierro colado / dúctil / gris / maleable o acero revestido / suave / vitrificado, o acero inoxidable), materiales orgánicos (p.ej.: polímeros de plástico, elastómeros, PVC, PE), materiales vítreos (p.ej.: vidrio, arcilla vitrificada), materiales compuestos (poliéster reforzado con fibra de vidrio, fibra de carbono, resinas epoxi), gomas, compuestos químicos, etc.

NOTAS

¹Diario Oficial n° L 330 de 5/12/1998, p. 0032.

²Diario Oficial n° L 040 de 11/02/1989, p. 0012

³Estudio de viabilidad sobre una posible convergencia de los esquemas de aprobación de cuatro Estados miembros relativos a los productos de construcción en contacto con el agua destinada al consumo humano (documento del Comité permanente de la construcción CONSTRUCT 99/343).

⁴Diario Oficial n° C 62 de 28/2/1994, p. 0001.

^{NT}Nota de traducción: aunque en el texto inglés figura la Decisión 2002/352/CE, el contexto hace pensar que se refiere a la Decisión 2002/3256/CE

⁵Diario Oficial n° L 127 de 14/5/2002, p. 0016.

⁶Diario Oficial n° L 184 de 17/7/1999, p. 0042.

⁷Diario Oficial n° L 204 de 21/7/98, p. 0037.

BIBLIOGRAFÍA

-Directiva 89/106/CEE (Directiva sobre los Productos de Construcción).

-M. Fielding, H.R. Rogers and I.M. Wilson. European Approval Systems. Effects of Materials on Water Quality. WRc plc: 1994.

-Directiva 98/83/CEE.

-Jornada Técnica. El Mercado CE para Productos Innovadores de Construcción. Instituto Eduardo Torroja CSIC: 2003.

-V Jornadas Técnicas IECA. Calidad en la Construcción - un Reto de Futuro. Directiva de Productos de Construcción - 89/106/CEE - Mercado CE. M. Echevarría: 2004.

-E. Menéndez. Curso de Estudios Mayores de la Construcción. CEMCO XVI. S-14. Los materiales de construcción y la protección del medio ambiente. La industria del cemento. El esquema de aceptación europeo para productos de construcción en contacto con agua de consumo humano. Instituto Eduardo Torroja, CSIC: 2004.

RETOS FUTUROS DE LA EXPOSICIÓN PERSONAL A CONTAMINANTES EN AIRE

FUTURE CHALLENGES REGARDING PERSONAL EXPOSURE TO AIR POLLUTANTS

Pascual Pérez Ballesta

European Commission. Joint Research Centre. Institute for Environment and Sustainability.

RESUMEN

El concepto de exposición de la población como un indicador directo del impacto de la contaminación sobre la salud pública es una consecuencia lógica del hecho de definir como objetivo primordial de las medidas de calidad del aire la protección de la salud del individuo. En este artículo se presenta la exposición a contaminantes en aire en diversos ámbitos como: la higiene industrial, la contaminación de ambientes interiores y su repercusión sobre la legislación de calidad del aire. La disminución del riesgo de salud de la población a la exposición de contaminantes en aire abre numerosos retos a la hora de definir indicadores de exposición, estrategias de control y evaluaciones efectivas de la exposición de la población.

PALABRAS CLAVE: Exposición personal. Calidad del aire. Contaminación atmosférica.

INTRODUCCIÓN

Desde la Directiva cuadro europea de 1996 (96/62 EC)¹, la calidad del aire ha sido una de las legislaciones que más se ha desarrollado y renovado en los últimos años. En dicha legislación se han establecido límites para los principales contaminantes en aire, tanto en aquellos que presentan efectos agudos o crónicos sobre la salud del individuo (NO₂, O₃, SO₂, CO, PM₁₀)^{2,3}, como en aquellos otros que están asociados a riesgo de cáncer (benceno, benzo-a-pireno, metales pesados)^{4,5}.

Sin embargo, uno de los objetivos más importantes de esta legislación "proteger la salud humana" mediante la medida y el establecimiento de valores límites para los principales contaminantes en aire parece desamparado cuando se cuestionan aspectos como la representatividad de la medida o el grado de protección que ofrece el valor límite establecido en relación al nivel de exposición de la población –en general– y de grupos vulnerables o sensibles –en particular–. En este sentido la reciente propuesta de Directiva CAFE (Clean Air for Europe)⁶, considera la

ABSTRACT

The concept of population exposure as a direct indicator of the impact of pollution on public health is a consequence of the fact that the final aim of air quality measurements is the protection of the individuals' health. This article presents a picture of the exposure to air pollutants in different environments: industrial hygiene, indoor pollution and air quality legislation. The reduction of the health risk of the population to air pollution exposure opens new challenges when defining exposure indicators, control strategies and an effective assessment human exposure.

KEY WORDS: Personal exposure. Air quality. Atmospheric pollution.

exposición de la población como uno de los factores críticos en la política de calidad del aire. Sin embargo, su aplicación práctica se limita a garantizar una mejor representatividad de la exposición de la población mediante medidas de calidad del aire basadas en una selección precisa y adecuada de los puntos fijos de muestro.

Para ciertos contaminantes el nivel de exposición medio en muestras de población es, en general, mayor que el valor medio ambiental. Visto que la legislación vigente está regida por medidas de aire ambiente, la cuestión subyacente es si el control de estos valores ambientales es suficiente o eficaz en la limitación de la exposición de la población. Aspectos como la contaminación en interiores, actividad, costumbres sociales parecen influir significativamente en los niveles de exposición de la población a contaminantes en aire.

La medida de exposición de la población como un indicador adecuado del impacto sobre la salud de la contaminación ambiental nos lleva a una serie de im-

portantes cuestiones que enmarcan la tendencia futura en el control de la contaminación y la protección de la salud pública. De este modo, a la hora de abordar el problema del control de la exposición se destaca como puntos de interés:

- La definición de índices de calidad del aire y su correlación con los niveles de contaminación^{7,8}.
- La evaluación de los efectos sobre la salud humana mediante indicadores apropiados (mortalidad o morbilidad: admisiones en hospitales, emergencias, consultas médicas, medicinas, etc.) y su correlación con los niveles de contaminación ambiental⁹.
- La identificación de fuentes interiores y exteriores de emisión, su interacción, la evaluación de microambientes, así como el estudio de la afección del comportamiento individual sobre los niveles de exposición personal.
- La ratificación o definición de medidas ambientales apropiadas, que actúen como indicadores efectivos de la exposición personal y consecuentemente de su impacto en la salud.

A su vez, como objetivos estratégicos que definen acciones específicas a medio plazo, se puede destacar:

- La evaluación de la situación actual de los niveles de exposición de los ciudadanos europeos.
- La protección de poblaciones sensibles a la contaminación, evaluación de la exposición real de dichos grupos (niños, ancianos, diabéticos, asmáticos, etc.) y aplicación de acciones adecuadas.

- Información efectiva al público sobre el impacto de la contaminación y de futuros eventos o episodios de contaminación a fines preventivos.
- El establecimiento de directrices políticas adecuadas para la gestión y control de los niveles tanto de la población general como de grupos vulnerables.

CONTAMINACIÓN EN AMBIENTES DE TRABAJO, INTERIORES Y EXTERIORES

Ambientes de trabajo

El concepto de exposición a contaminantes químicos tiene su principal aplicación en ambientes de trabajo (higiene industrial), donde la relación entre contaminación y efecto sobre la salud es directa. Estudios epidemiológicos llevados a cabo en ambientes de trabajo han procurado datos iniciales para la estimación de niveles de riesgo en la exposición de contaminantes a concentraciones ambientales y consecuentemente propuestas para los estándares de calidad del aire¹⁰⁻¹². La evaluación del nivel de exposición en lugares de trabajo se efectúa tanto por la necesidad de determinar las eficacias de los sistemas de control de la contaminación en locales industriales, como para confirmar las quejas o síntomas de los trabajadores debido a la contaminación. Sin embargo, existen niveles tolerados basados en mediciones de exposición personal, como función del tiempo (de 15 minutos a 8 horas) y

Tabla I. Valores límites para calidad del aire e higiene industrial según las directivas europeas.

| Compuesto | Calidad del aire Valor límite ^a , µg/m ³ (Período de referencia) | Higiene industrial Valor límite (Período de referencia) |
|---------------------|---|---|
| Dióxido de azufre | 350 (1 hora) 125 (24 horas) 20 (1 año) | 1 ppm (8 horas ó 15 min) |
| Óxidos de nitrógeno | 200 (NO ₂) (1 hora) 40 (NO ₂) (1 año) 30 (NO _x) (1 año) | NO ₂ , 1 ppm (8 horas) |
| Ozono | 120 (1 año) | n. d. |
| Monóxido de Carbono | 10 mg/m ³ (8 horas) | n. d. |
| Benceno | 5 (1 año) | 1 ppm (8 horas) |
| PM ₁₀ | 50 (24 horas) 40 (1 año) | |
| Plomo | 0,5 (1 año) | 150 µg/m ³ (8 horas) ^b |
| Benzo[a]pireno | 1 ng/m ³ (1 año) | n. d. |
| Ársenico | 5 µg/m ³ (1 año) | 0,1 mg/m ³ (8 horas) ^b |
| Cadmio | | 0,025 mg/m ³ (8 horas) ^b |
| Niquel | 20 ng/m ³ (1 año) | n. d. |

^a Concentraciones expresadas a 20 °C y 101,3 kPa. Plomo, B[a]P, As, Cd y Ni son medidos en la fracción PM10.
^b Valores definidos por la HSE (Health and Safety Executive, UK)
n. d. No definido

de las características toxicológicas de los compuestos bajo consideración¹³. En la tabla I se muestran los valores límites establecidos por las directivas europeas de calidad del aire así como los valores definidos en ambientes laborales¹⁴⁻¹⁶.

En general, los niveles de concentración entre higiene industrial y calidad del aire difieren en varios órdenes de magnitud. Pese a ello, muchas de las técnicas de medida de exposición personal utilizadas para determinar exposición general de la población derivan de las técnicas analíticas usadas en ambientes de trabajo¹⁷.

Contaminación en interior

En los últimos años existe un interés creciente por los efectos en la salud causados por la contaminación en interiores. De hecho, los problemas de salud se han acentuado debido a factores como: la necesidad de incrementar la eficacia energética de los edificios, que conlleva una disminución del número de recambios-hora del aire en ambientes interiores; el desarrollo de nuevas tecnologías que ha llevado al uso cada vez más frecuente de materiales sintéticos en la construcción; la presencia de fuentes internas de contaminación como productos de limpieza, procesos de combustión (calefacción, cocción...) e infiltraciones del exterior (contaminantes de origen antropogénico –emisiones de tráfico– o naturales como el radón).

La contaminación en interiores esta a su vez relacionada con el tipo de actividad desarrollada, por ejemplo, la presencia de procesos de combustión (calefacción, cocinar, fumar). En definitiva, los ambientes interiores pueden considerarse como sistemas donde el nivel de contaminación viene controlado mediante un balance de materia. Así, en función de

los flujos de intercambio con el aire exterior, su nivel de contaminación y la presencia de fuentes internas pueden convertir los ambientes interiores en zonas de alta exposición. En la tabla II se indican los principales contaminantes de interiores.

Aire ambiente

En los países en vías de desarrollo, la contaminación ambiental viene vinculada a cuestiones energéticas como el uso de combustibles fósiles de baja calidad para la generación de potencia o calefacción, así como la presencia de industrias contaminantes. El tipo de contaminantes asociados a dichas emisiones, en particular óxido de azufre y humos negros, dejan de ser críticos en países desarrollados donde la contaminación urbana tiende a ser dominada por emisiones de tráfico, y en los que los principales contaminantes son los óxidos de nitrógeno, compuestos volátiles orgánicos y materia particulada¹⁸.

La evaluación de puntos calientes, así como la distribución espacial de la contaminación del aire son de gran importancia en estudios de exposición. A su vez, el interés creciente por la identificación de fuentes de contaminación, obliga a la cuantificación de un número considerable de compuestos: metales pesados, compuestos orgánicos volátiles, compuestos policíclicos y materia particulada que son trazadores de la génesis de la contaminación¹⁹⁻²¹. Dichos estudios son de gran interés a la hora de identificar políticas efectivas de reducción de la contaminación ambiental a nivel local. Sin embargo, la tendencia actual es hacia una valoración integrada de la política de reducción de emisiones, donde factores de emisión, costes y calidad ambiental se optimizan en un balance económico²².

Tabla II. Principales contaminantes en ambientes interiores.

| |
|---|
| ▶ CO ₂ (combustión, actividades metabólicas, motores de vehículos) |
| ▶ CO (combustión de carburantes, estufas, calentadores, humo de tabaco) |
| ▶ Dióxido de nitrógeno (aire exterior, combustión de carburantes, motores de vehículos) |
| ▶ Ozono (reacciones fotoquímicas) |
| ▶ Sustancias orgánicas (adhesivos, disolventes, materiales de construcción, combustión, pinturas, humo de tabaco) |
| ▶ Dióxido de azufre (aire exterior, combustión de carburantes) |
| ▶ Partículas (re-suspensión, humo de tabaco y combustión de materiales) |
| ▶ Hidrocarburos aromáticos policíclicos (combustión de carburantes y humo de tabaco) |
| ▶ Asbestos (aislante, material antiincendio) |
| ▶ Formaldehído (muebles, aislamientos) |
| ▶ Radón (terreno, materiales de construcción - cemento, piedras) |
| ▶ Esporas y hongos (terreno, plantas, alimentos caducados, superficies internas) |
| ▶ Polen (aire exterior, árboles, plantas, hierbas) |
| ▶ Microorganismos (personas, animales, plantas, sistemas de aire acondicionado) |
| ▶ Alergenos (polvo, humedad, animales domésticos, insectos) |

LA EXPOSICIÓN COMO FACTOR DE CONTROL

Los estudios de exposición general de la población han demostrado que la complejidad de la exposición personal no puede ser representada por ningún micro-ambiente en particular²³. Esto es debido al hecho de que la exposición es una función del tiempo y del espacio; las personas vienen expuestas a una variedad de compuestos y niveles de contaminantes en función de su actividad, costumbres y estilo de vida. La representatividad de los puntos de muestreo en estaciones fijas como indicadores de exposición es siempre un punto de discusión. Algunos estudios han mostrado pésimas correlaciones entre valores de exposición y aquellos derivados de las redes de muestreo²⁴. Es por ello que, más allá de los criterios legislativos, la caracterización de puntos calientes y la representatividad de las estaciones de muestreo como indicadores de niveles de exposición de la población se han convertido en puntos esenciales en las técnicas de diseño de redes de muestreo²⁵⁻²⁷.

En un estudio general de riesgo de la población es de gran importancia la consideración de grupos particularmente sensibles a la contaminación, que pueden desarrollar reacciones o síntomas de mayor virulencia que la población normal, aun siendo expuestas a idénticos niveles de contaminación. En estos subgrupos encontramos personas asmáticas, diabéticos, ancianos y niños; donde los niveles de riesgo se estiman como mínimo tres veces superiores a la media poblacional²⁸.

METODOLOGÍAS PARA LA EVALUACIÓN DE LA EXPOSICIÓN DE LA POBLACIÓN

La exposición personal conlleva una variación temporal-espacial de difícil modelación, puesto que se encuentra asociada a la decisión y voluntad del individuo. El nivel de concentración en un lugar determinado varía con el tiempo, así la exposición de un individuo dependerá no sólo del tiempo que ha permanecido en el lugar en cuestión sino también del instante específico. Por otro lado, la situación es aún más complicada, visto que, en un determinado micro-ambiente, la concentración no es necesariamente homogénea. En definitiva, la concentración asociada a un determinado lugar o micro-ambiente es siempre un valor representativo medio en la cobertura del estudio y no tiene por que ser igual al nivel de exposición recibido por la persona que ha

frecuentado dicho lugar. Esto introduce una incertidumbre adicional a cualquier estudio o estimación determinista de la exposición de la población.

En principio, medidas directas de exposición, a través de un muestreo personal o análisis de marcadores biológicos de exposición (en orina o sangre) ofrecerían los valores más precisos para la estimación de los niveles de exposición de la población; salvando la incertidumbre asociada a la limitación de la muestra poblacional. Sin embargo, este tipo de metodologías son particularmente costosas, por lo que normalmente se procede al uso de modelos de exposición. Todos los modelos de exposición, tanto aquellos matemáticos como estadísticos²⁹, sufren en mayor o menor grado de las carencias anteriormente señaladas. Por ejemplo, en aquellos modelos de tipo determinista o matemático, donde se combina inventarios de emisión, modelos de dispersión y modelos de actividad de población se encuentran limitados por las incertidumbres inherentes al modelo usado. Otros modelos de exposición se basan en la cuantificación de los niveles de contaminación en distintos micro-ambientes, estimando la exposición media del individuo en función de los tiempos de residencia en cada uno de los micro-ambientes considerados (AirPEx)³⁰. Los modelos más recientes incorporan las ventajas de utilizar sistemas de información geográfica para la localización del individuo (GIS), definiendo igualmente patrones de actividades^{31,32}. La mayor parte de estos modelos necesitan de una validación experimental, por lo que se encuentra en parte apoyado por datos experimentales³³.

ESTUDIOS EUROPEOS DE EXPOSICIÓN A CONTAMINANTES

Aunque son numerosos los datos de exposición de la población encontrados en bibliografía³⁴, existe un número limitado de estudios experimentales de exposición de la población que abarca una dimensión Europea. Los proyectos EXPOLIS^{23,35,36} y MACBETH³⁷ han evaluado niveles de exposición en diversas ciudades Europeas. La metodología difiere entre ambos proyectos. EXPOLIS midió un extenso rango de compuestos orgánicos con períodos de muestreo de 48 horas. El proyecto MACBETH midió compuestos aromáticos cubriendo un período medio de 108 horas. Mientras que el primer estudio se enfocó hacia las medidas de interiores y la importancia de las fuentes de emisión

Tabla III. Resultados del proyecto MACBETH³⁷.

| Concentración de benceno, µg/m ³ | Antwerp | Atenas | Copenhague | Murcia | Padova | Rouen |
|---|---------|--------|------------|--------|--------|-------|
| Nivel medio de fondo | 4,4 | 20,7 | 3,1 | 11,7 | 8 | 4,7 |
| Concentración media en hogares | 9,6 | 10,1 | 4,5 | 15,1 | 7 | 9,5 |
| Exposición personal media | 10,7 | 18,8 | 6,6 | 25,5 | 10,6 | 13,4 |

Tabla IV. Resultados del proyecto PEOPLE⁴⁰.

| Concentración de benceno, µg/m ³ | Bruselas | Lisboa | Bucarest | Ljubljana | Madrid | Dublin |
|---|----------|--------|----------|-----------|--------|--------|
| Nivel de fondo de la ciudad | 2,5 | 3,8 | 7,1 | 3,1 | 4,5 | 1,1 |
| Máxima concentración medida | 6,2 | 7,9 | 18,2 | 5,4 | 15,0 | 2,9 |
| Exposición personal media | 4,3 | 4,1 | 14,4 | 4,0 | 9,6 | 2,4 |

internas, en particular de productos de limpieza; el segundo proyecto se centró en la comparación entre grupos particularmente expuestos de la población, como policías de tráfico, y aquellos que en principio no lo estarían, por ejemplo profesores de escuelas^{38,39}. Un proyecto más reciente PEOPLE, que determina niveles de exposición a compuestos aromáticos en seis ciudades Europeas, dispone de tiempos de exposición más reducidos, 12 horas, y una distribución de muestras representativa de la población que se desplaza de casa al trabajo y viceversa⁴⁰. Por último, el proyecto AIRMEX⁴¹, determina relaciones interior/exterior y medidas personales en varias ciudades del sur y centro europeas de compuestos orgánicos volátiles (aromáticos, carbonilos y terpenos).

Como observación general de estos estudios de exposición se destaca el hecho de que los niveles medios de exposición de la población son más altos que los niveles medios de concentración determinados en aire ambientes exteriores e interiores. En la tabla III se muestran los resultados medios de interior, exterior y medidas personales del proyecto MACBETH llevado a cabo en varias ciudades Europeas, que confirman dicha tendencia. Esta situación es igualmente explícita en los resultados del proyecto PEOPLE (ver tabla IV), aunque en este caso, también se observa que la media de la exposición está por debajo de los valores máximos encontrados en aire ambiente.

Este tipo de estudios basados en medidas reales, dan una estimación más objetiva de los valores reales de la exposición de la población. Pese al hecho de que los niveles medios de fondo difieren de los valores de exposición medidos en la población estudiada, se demuestra, sin embargo, una correlación significativa. Por tanto, como conclusión del proyecto PEOPLE se puede señalar que los niveles de fondo definen un nivel mínimo de exposición de la población en el cual emisiones relacionadas con la actividad y la localización están superpuestas⁴⁰.

CONCLUSIONES

La contaminación interior representa un riesgo importante para la salud de la población. En este sentido la legislación actual de la calidad del aire es inadecuada para el control de fuentes internas⁴². Una serie de medidas tanto de carácter educativo, como el establecimiento de una legislación que controle emisio-

nes de productos domésticos y de construcción o del humo de tabaco, se revela como pertinente.

La disminución del riesgo para la salud pública de la contaminación ambiental requerirá el estudio y evaluación integrada de los compuestos clasificados como de riesgo para la salud -tanto aquellos considerados cancerígenos como no-cancerígenos- presentes en áreas o zonas de posible exposición de la población²²; siendo el objetivo último la reducción de dichos compuestos a niveles aceptables de riesgo.

Finalmente, parece adecuado, que los planes de gestión de calidad del aire estén basados en estudios de exposición, visto que de este modo se garantiza una relación directa sobre el impacto en la salud pública⁴³.

BIBLIOGRAFÍA

1. Council Directive 96/62 EC Ambient air quality assessment and management. Official Journal L 296, 27/09/1996, pp. 51-60.
2. Council Directive 1999/30/EC of 22 April 1999 relating to limit values for sulphur dioxide, nitrogen dioxide and oxides of nitrogen, particulate matter and lead in ambient air. Official Journal L 163, 29/06/1999, pp. 0041 – 0060.
3. Council Directive 2002/3/EC of 12 February 2002 relating to ozone in ambient air. Official Journal, L 67, 9.3.2002, pp.14-30.
4. Council Directive 2000/69/EC of 16 November 2000 relating to limit values for benzene and carbon monoxide in ambient air. Official Journal L 313, 13/12/2000, pp. 12-21.
5. Council Directive 2004/107/EC of 15 December 2004 relating to arsenic, cadmium, mercury, nickel and polycyclic aromatic hydrocarbons in ambient air, Official Journal, L 023, 26/01/2005, pp. 3-16.
6. Directive on Ambient Air Quality and Cleaner Air for Europe (the "CAFE" Directive) (COM(2005) 447). http://europa.eu.int/comm/environment/air/cape/pdf/com_2005_447_en.pdf
7. Gombert S., Asta J., Seaward M.R.D. Assessment of lichen diversity by index of atmospheric purity (IAP) index of human impact (IHI) and other environmental factors in an urban area (Grenoble, Southeast France). Science of the Total Environment, 2004, 324, 183-199.
8. Ferrao Vargas V. M. Mutagenic activity as a parameter to assess ambient air quality for protection of the environment and human health. Mutation Research. 2003, 544, 313-319.
9. APHEIS 2004, Air Pollution and Health: A European in-

- formation system. Health impact assessment of air pollution and communication strategy. Third year report 2002-2003. <http://www.apehis.net/>
10. Benzene position Paper. 1998. <http://europa.eu.int/comm/environment/air/pdf/pp-benzene.pdf>
 11. EPAQS report [DETR Expert Panel on Air Quality Standards 1999].
 12. WHO, 2001, Air Quality Guidelines for Europe, 2nd ed. WHO Regional Publications, Regional Office for Europe. Copenhagen, Denmark.
 13. Seeley M.R., Tonner-Navarro L.E., Beck B.D., Deskin R., Feron V.J., Johanson G., Bolt H.M. Procedures for Health Risk Assessment in Europe. Regulatory Toxicology and Pharmacology, 2001, 34, 153-169
 14. Council Directive 2000/39/EC of 8 June 2000 establishing a first list of indicative occupational exposure limit values in implementation of Council Directive 98/24/EC on the protection of the health and safety of workers from the risks related to chemical agents at work (Text with EEA relevance). Official Journal, L 142, 16/06/2000, pp. 0047 - 0050
 15. Council Directive 82/605/EEC of 28 July 1982 on the protection of workers from the risks related to exposure to metallic lead and its ionic compounds at work (first individual Directive within the meaning of Article 8 of Directive 80/1107/EEC). Official Journal, L 247, 23/08/1982, pp. 0012 - 0021
 16. Council Directive 90/394/EEC of 28 June 1990 on the protection of workers from the risks related to exposure to carcinogens at work (Sixth individual Directive within the meaning of Article 16 (1) of Directive 89/391/EEC). Official Journal, L 196, 26/07/1990, pp. 0001 - 0007
 17. Harper M.. Assessing workplace chemical exposure: the role of exposure monitoring. J. Environ. Monitoring, 2004, 6, 404-412.
 18. Fenger J.. Urban air Quality. Atmos. Env. 1999, 33, 4877-4900.
 19. Zhao W., Hopke P. K., Karl T. Source Identification of Volatile Organic Compounds in Houston, Texas. Env. Sci. Technol., 2004, 38, 1338-1347.
 20. Almeida S.M., Pio C.A., Freitas M.C., Reis M.A., Trancoso M.A.. Source apportionment of fine and coarse particulate matter in a sub-urban area at the Western European Coast. Atmospheric Environment, 2005, 39, 3127-3138.
 21. Charron A., Harrison R. M. Fine (PM_{2.5}) and Coarse (PM_{2.5-10}) Particulate Matter on A Heavily Trafficked London Highway: Sources and Processes. Environ. Sci. Technol., 2005, 39, 7768-7776.
 22. Tam B.N., Neumann C.M. A human health assessment of hazardous air pollutants in Portland. Journal of Environmental Management, 2004, 73, 131-145.
 23. Edwards R.D., Jantunen M.J. Benzene exposure in Helsinki, Finland. Atmos. Env. 2001, 35, 1411-1420.
 24. Gulliver J., Briggs D.J. Personal exposure to particle air pollution in transport microenvironments. Atm. Env., 2004, 38, 1-8.
 25. Kanaroglou P. S., Jerrett M., Morrison J., Beckerman B., Arain M.A., Gilbert N.L., Brook J.R. Establishing an air pollution monitoring network for intraurban population exposure assessment: A location-allocation approach. Atm. Env., 2005, 39, 2399-2409.
 26. Chow J.C., Engelbrecht J.P., Watson J.G., Wilson W.E., Frank N.H., Zhu T. Designing monitoring networks to represent outdoor human exposure. Chemosphere, 2002, 49, 961-978.
 27. Baldauf R.W., Lane D.D. and Marote G.A. Ambient Air Quality Monitoring Network Design for Assessing Human Health Impacts from Exposures to Airborne Contaminants. Environmental Monitoring and Assessment. 2001, 66, 63-76.
 28. Abraham K., Mielke H., Huisinga W., Gundert-Remy U. Elevated internal exposure of children in simulated acute inhalation of volatile organic compounds: effects of concentration and duration. Arch. Toxicol., 2005, 79, 63-73
 29. Ryan P.B. An overview of human exposure modeling. Journal of Exposure Assessment and Environmental Epidemiology, 1991, 1, 453-473.
 30. Freijer, J.I., Bloemen, H.J.Th., De Loos, S. Marra, M., Rombout, P.J.A., Steentjes, G. M., Van Veenn M.P. AirPEX: Air Pollution Exposure Model. RIVM The Netherlands. Report No. 650010 005. 1977
 31. Grabbe H., Hamilton R., Machin N. Using GIS and Dispersion Modelling tools to assess the effect of the Environment on Health. Transactions in GIS, 2000, 43, 235-244.
 32. Gram F., Nafstad P., Haheim L.L. Estimating residential air pollution exposure among citizens in Oslo 1974-1998 using a geographical information system. J. Environ. Monit., 2003, 5, 541-546.
 33. Kousa A., Kukkonen J., Karppinen A., Aarnio P., Koskentalo T. A model for evaluating the population exposure to ambient air pollution in an urban area. Atm. Env. 2002, 36, 2109-2119.
 34. Schwela D., Hakkinen P.J. Human exposure assessment resources on the World Wide Web. Toxicology, 2004, 198, 169-176.
 35. Edwards R.D., Jurvelin J., Saarela K., Jantunen M.J., VOC Concentrations Measured in Personal Samples and Residential Indoor, Outdoor and Workplace Microenvironments in EXPOLIS-Helsinki, Finland. Atmospheric Environment, 2001, 35, 4531-4543
 36. Edwards R.D., Jurvelin J., Koistinen K., Saarela K., Jantunen M.J., VOC source identification from personal and residential indoor, outdoor and workplace micro-environment samples in EXPOLIS-Helsinki, Finland. Atmospheric Environment, 2001, 35, 4829-4841.
 37. Cocheo V., Sacco P., Boaretto C., De Saeger E., Pérez Ballesta P., Skov H., Goelen E., Gonzalez N., Baeza Caracena A., 2000, Urban Benzene and Population Exposure, Nature, 404, p 141.
 38. González-Flesca N., Bates M. S., Delmas V., Cocheo V. Benzene Exposure Assessment at indoor, outdoor and personal levels. The French contribution to the Life Macbeth programme. Environmental Monitoring and Assessment, 2000, 65, 59-67.
 39. Skov H., Hansen A.B., Lorenzen G., Andersen H.V., Lofstrom P., Christensen C.S. Benzene exposure and the effect of traffic pollution in Copenhagen, Denmark. Atmospheric Environment, 2001, 35, 2463-2471.
 40. Pérez Ballesta P., Field R.A., Connolly R., Cao N., Baeza Caracena A., De Saeger E. Population exposure to benzene: One day cross sections in six European cities Accepted in Atmospheric Environment.
 41. Kotzias D. Indoor air and human exposure assessment - needs and approaches. Experimental and Toxicologic Pathology, 2005, 57:1, 5-7
 42. Spaeth K.R.. Don't hold your Breath: Personal Exposures to VOCs and Other Toxins in Indoor Air and What's (not) being done about it. Preventive Medicine, 2000, 31, 631-637.
 43. Seika M, Metz, N. Urban air quality management: the traditional vs. an exposure-based approach. The Science of the Total Environment 235 (1999) 359-361.

**SOLICITUD DE SUSCRIPCIÓN A REVISTA DE SALUD AMBIENTAL**

APELLIDOS y NOMBRE _____

ORGANISMO (si procede) _____ D.N.I./N.I.F _____

DIRECCIÓN PARA CORRESPONDENCIA:

Para el caso que sea dirección profesional, especificar el organismo:

CALLE _____

N.º _____ ESCALERA _____ PISO _____ PUERTA _____

CIUDAD _____ PROVINCIA _____ C. P. _____

TELÉFONO/S DE CONTACTO _____

DOMICILIACIÓN DE LA SUSCRIPCIÓN**DATOS BANCARIOS**

BANCO o CAJA _____

SUCURSAL/AGENCIA _____

DIRECCIÓN DE LA AGENCIA _____

CÓDIGO DE LA LIBRETA O CUENTA CORRIENTE:ENTIDAD

| | | | |
|--|--|--|--|
| | | | |
|--|--|--|--|

SUCURSAL

| | | | |
|--|--|--|--|
| | | | |
|--|--|--|--|

D. C:

| | |
|--|--|
| | |
|--|--|

NÚMERO

| | | | | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| | | | | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|

Fecha y Firma

Sello entidad

- Para remitir este boletín de suscripción, previamente debe ser sellado por la oficina de su sucursal bancaria para que se efectúe el pago de la suscripción anual a cargo de su cuenta cuando se presenten por parte de la SESA.
- Suscripción anual: 25 €. Ejemplar suelto: 16 €. Ejemplar doble: 28 €

Dirigirse a la secretaría técnico-administrativa de la SESA: MasterCongresos SL
C/ Marqués de la Valdavia, 107. 28100 Alcobendas - MADRID
Tel.: 911 10 37 53 - sesa@mastercongresos.com



SOLICITUD DE INSCRIPCIÓN A LA SESA

APELLIDOS _____

NOMBRE _____ 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 _____

CORREO ELECTRÓNICO _____

DATOS PROFESIONALES:

TITULACIÓN ACADÉMICA _____

CENTRO DE TRABAJO _____ CARGO _____

En _____ a _____ de _____ de 200__

Firmado



DOMICILIACIÓN DE LAS CUOTAS

DATOS BANCARIOS

BANCO o CAJA _____

SUCURSAL/AGENCIA _____

DIRECCIÓN _____

CÓDIGO DE LA LIBRETA O CUENTA CORRIENTE:

ENTIDAD

| | | | |
|--|--|--|--|
| | | | |
|--|--|--|--|

SUCURSAL

| | | | |
|--|--|--|--|
| | | | |
|--|--|--|--|

D. C.:

| | |
|--|--|
| | |
|--|--|

NÚMERO

| | | | | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| | | | | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|

Fecha y Firma

Sello entidad

- Para remitir esta hoja de inscripción, previamente debe ser sellado 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: 45 € para los socios numerarios; 400 € para los socios colaboradores.

Dirigirse a la secretaría técnico-administrativa de la SESA: MasterCongresos SL
 C/ Marqués de la Valdavia, 107. 28100 Alcobendas - MADRID
 Tel.: 911 10 37 53 - sesa@mastercongresos.com

NORMAS DE PUBLICACIÓN

REVISTA DE SALUD AMBIENTAL

Sociedad Española de Sanidad Ambiental

TIPOS DE ARTÍCULOS:

REVISTA DE SALUD AMBIENTAL 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 12 hojas tamaño DIN-A4, mecanografiadas a doble espacio, utilizando letra Arial 11, admitiéndose un máximo de 6 figuras y 6 tablas. Es aconsejable que el número de autores no sobrepase los seis.

-Colaboraciones especiales. El texto tendrá una extensión máxima de 15 hojas de tamaño DIN-A4, mecanografiadas a doble espacio, utilizando letra Arial 11. La bibliografía no será superior a las 100 citas. Opcionalmente el trabajo podrá incluir tablas y figuras.

-Noticias SESA, sección dedicada a las actividades y proyectos concretos de la Sociedad y a proporcionar a los asociados información de interés técnico o normativo.

-Otras secciones. La REVISTA DE SALUD AMBIENTAL incluye otras secciones tales como editoriales, cartas al director, reseñas de libros, etc.

ESTRUCTURA DE LOS TRABAJOS

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

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

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

Título del artículo (conciso pero informativo).

Nombre y dos apellidos de cada uno de los autores.

Nombre completo del centro de trabajo de cada uno de los autores.

Nombre y dirección completa, del responsable del trabajo o del primer autor, incluyendo número de teléfono y del telefax y dirección del correo electrónico si dispone de ella.

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

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

Debajo del resumen se especificarán de 3 a 10 *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 para permitir reproducir el estudio a otros investigadores. Se expondrán los métodos estadísticos y de laboratorio empleados.

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

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

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

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

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

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

Artículos de revistas

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

Libros y otras monografías

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

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

Capítulo de libro

Phillips SJ, Whisnant JP. Hypertension and stroke. En: Laragh JH, Brenner BM, editors. Hypertension: 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 neurophysiology. Proceedings of the 10th International Congress of EMG and Clinical Neurophysiology; 1995 Oct 15-19; Kyoto, Japón. Amsterdam: Elsevier; 1996.

Documentos legales

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

Internet

Donaldson L, May R. Health implications of genetically modified foods. 1999. Disponible en: www.doh.gov.uk/gmfood.htm.

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 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 REVISTA DE SALUD AMBIENTAL para su evaluación y publicación

La redacción de 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 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.

REVISTA DE SALUD AMBIENTAL no devolverá los manuscritos originales, hayan sido aceptados o no para su publicación.

Una vez publicado cada número de 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.

REVISTA DE SALUD AMBIENTAL declina cualquier responsabilidad sobre posibles conflictos derivados de la autoría de los trabajos que se publiquen

REVISTA DE SALUD AMBIENTAL no acepta la responsabilidad de las afirmaciones realizadas por los autores.

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



La innovación instrumento para la Sanidad Ambiental

X Congreso Español y I Iberoamericano
de Sanidad Ambiental

28, 29 y 30 de octubre de 2009

Palacio de Exposiciones y Congresos PALEXCO
A Coruña

