

Volumen IX
Monográfico 1
Enero 2009
Valencia

REVISTA DE

SALUD AMBIENTAL

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

Estudio de la utilización del insecticida organofosforado clorpirifós en espacios urbanos

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, S. L.
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

ISSN: 1697-2791

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

ESTUDIO DE LA UTILIZACIÓN DEL INSECTICIDA ORGANOFOSFORADO CLORPIRIFÓS EN ESPACIOS URBANOS

INTRODUCCIÓN	2
CAPÍTULO 1. EL CLORPIRIFÓS COMO INSECTICIDA EN EL ÁMBITO URBANO	
1.1. Antecedentes del clorpirifós en Europa y en los EE. UU.	3
1.2. Antecedentes del clorpirifós en España	3
CAPÍTULO 2. EFECTOS DEL CLORPIRIFÓS SOBRE LA SALUD	
2.1. Efectos colinérgicos y de neurotoxicidad del clorpirifós.....	6
2.1.1. Efectos colinérgicos	6
2.1.2. Efectos no colinérgicos	6
2.1.2.1. Neurotoxicidad en los adultos.....	6
2.1.2.2. Neurotoxicidad durante el desarrollo embrionario fetal y los periodos postnatales	8
2.2. Otros efectos toxicológicos del clorpirifós	9
2.2.1. Efectos inmunológicos	9
2.2.2. Efectos como disruptor endocrino	9
2.2.3. Efectos carcinogénicos	9
2.2.4. Síndrome de fatiga crónica	9
2.2.5. Hipersensibilidad química múltiple	9
CAPÍTULO 3. EXPOSICIÓN AL CLORPIRIFÓS	
3.1. Investigaciones efectuadas por el Centro de Seguridad y Condiciones de Salud en el Trabajo de Barcelona y la Inspección de Trabajo sobre tratamientos plaguicidas en los cuales se ha detectado clorpirifós	10
3.1.1. Investigaciones ambientales	10
3.1.1.1. Investigaciones relacionadas con tratamientos plaguicidas con clorpirifós	10
3.1.1.2. Investigaciones relacionadas con tratamientos plaguicidas sin constancia de aplicación de clorpirifós	11
3.1.1.3. Consideraciones a tener en cuenta	12
3.1.1.4. Evaluación de los niveles de clorpirifós detectados en los accidentes analizados	12
3.1.2. Evaluación de los efectos sobre la salud en las personas implicadas en los accidentes analizados.....	13
3.2. Importancia de los tipos de tratamiento como factor de riesgo de exposición al clorpirifós	14
3.2.1. Tratamientos generalizados	14
3.2.2. Tratamientos dirigidos	16
CAPÍTULO 4. CONCLUSIONES.....	16
5. AGRADECIMIENTOS	17
6. REFERENCIAS	17
ANEXO I: Tipos de formulaciones de plaguicidas	19
ANEXO II: Tipos de técnicas de aplicación de plaguicidas	19
ANEXO III: Tipos de tratamientos plaguicidas	20



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 de 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

ESTUDIO DE LA UTILIZACIÓN DEL INSECTICIDA ORGANOFOSFORADO CLORPIRIFÓS EN ESPACIOS URBANOS

THE USE OF THE ORGANOPHOSPHATE INSECTICIDE CHLORPYRIFOS IN URBAN AREAS

COORDINACIÓN:

Fernando García del Pino^a

EQUIPO DE REDACCIÓN:

Carne Argemí Morral^b, Irene Corbella Cordoní^c, Fernando García del Pino^a, Santos Hernández Carrascosa^b, Francisca López Crespí^b, Jordi Obiols Quinto^d y Carne Valls Llobet^e

COMISIÓN TÉCNICA:

Raquel Calveras Augé^f, Irene Corbella Cordoní^c, Rosa Monterde^c, Santos Hernández Carrascosa^b, Carne Argemí Morral^b, Francisca López Crespí^b, M.^a del Carmen Márquez^g, Laura Montserrat^h, Jordi Obiols Quinto^d, Alberto Ponjoanⁱ, Felipe Isnardⁱ, Neus Moreno Sáenz^j, Toni Oller^j y Carne Valls Llobet^e

^aDepartamento de Biología Animal, de Biología Vegetal y de Ecología. Facultad de Biociencias. Universidad Autónoma de Barcelona. ^bCentro de Seguridad y Condiciones de Salud en el Trabajo de Barcelona. Departamento de Trabajo. Generalitat de Catalunya. ^cAgencia de Protección de la Salud. Departamento de Salud. Generalitat de Catalunya. ^dÁrea de Higiene del Centro Nacional de Condiciones de Trabajo de Barcelona. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. ^eCentro de Análisis y Programas Sanitarios. ^fServicio de Relaciones Laborales.

Departamento de Trabajo. Generalitat de Catalunya. ^gOficina Técnica de Prevención de Riesgos Laborales.

Secretaría de Medio Ambiente y Salud Laboral. UGT. ^hInspección de Trabajo y Seguridad Social. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. ⁱAsociación de Empresas de Control de Plagas de Cataluña. ^jDepartamento de Salud Laboral de Comisiones Obreras de Cataluña.

RESUMEN

En los últimos años se han detectado en Cataluña diversos incidentes e intoxicaciones relacionados con tratamientos plaguicidas en diferentes tipos de locales y edificios. Las investigaciones llevadas a cabo relacionadas con estos tratamientos muestran que en la mayoría de los casos están presentes los insecticidas organofosforados. El presente estudio tiene como objetivo valorar el riesgo que tienen los tratamientos en los que se utilizan insecticidas que contienen una de estas sustancias activas, concretamente el clorpirifós. Aunque este insecticida actualmente no está presente en el Registro de Plaguicidas de la Subdirección General de Sanidad Ambiental y Salud Laboral del Ministerio de Sanidad y Política Social, hasta el momento de su retirada era el ingrediente activo, dentro del grupo de los organofosforados, más presente en los preparados insecticidas, y uno de los más a menudo implicados en los accidentes e incidentes investigados en Cataluña. Se ha estudiado su situación desde el año 2005 hasta su retirada del Registro, analizando los preparados insecticidas que estaban autorizados a nivel estatal y los tipos de formulaciones que se comercializaban, así como su situación en Europa y otros países. Igualmente se ha realizado una profunda revisión de la bibliografía científica existente sobre la toxicología de este producto. También se han analizado algunos de los accidentes producidos en Cataluña, en los cuales se ha detectado el clorpirifós entre los plaguicidas utilizados, determinando los posibles factores de riesgo implicados. Finalmente se han

ABSTRACT

In the last years several incidents have been detected in Catalonia related to pesticide exposure in pest control treatments in different buildings. The investigations of these incidents show that often organophosphates are the insecticides present in these treatments. The aim of the present study was to value the risk of the treatments that contain one of these active substances, specifically chlorpyrifos. Nowadays, this insecticide is not present in the pesticide register of the *Subdirección General de Sanidad Ambiental y Salud Laboral del Ministerio de Sanidad y Política Social*. Nevertheless, until its exclusion, chlorpyrifos was the active ingredient more present in the organophosphate insecticides, and one of the more often involved in the incidents investigated in Catalonia. We have studied the use of chlorpyrifos as urban pesticide from the year 2005 until its exclusion of the register, analyzing the prepared insecticide that were authorized in Spain and the types of formulations that were commercialized, as well as its situation in Europe and other countries. It has also carried out a revision of the bibliography on the toxicology of this product. We have analyzed some of the incidents investigated in Catalonia, where chlorpyrifos has been found among the pesticides used, and the risk factors involved in the pesticide exposure have been identified. Finally, we have studied the risks generated in urban areas of different types of insecticide treatments with chlorpyrifos, in

estudiado los riesgos que generaban en espacios urbanos los diferentes tipos de tratamientos de plaguicidas que contenían clorpirifós en su formulación, con el fin de minimizar los riesgos de exposición de la población a este tipo de productos insecticidas.

PALBRAS CLAVE: Clorpirifós; plaguicidas urbanos; toxicidad; exposición a plaguicidas; aplicación de insecticidas.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años se han detectado en Cataluña diversos incidentes e intoxicaciones relacionados con tratamientos plaguicidas en diferentes tipos de locales y edificios. Esto ha comportado la necesidad de trabajar en una serie de iniciativas para racionalizar y minimizar el uso de los plaguicidas y promover la metodología del control integrado de plagas. Una de estas iniciativas fue el proyecto Lucha Integrada contra Plagas Urbanas, llevado a cabo entre los años 2001 y 2003, a partir del acuerdo entre las organizaciones sindicales (CCOO y UGT) y empresariales (PYMEC y Fomento del Trabajo) y la Generalitat de Catalunya (Departamento de Salud y Centro de Seguridad y Condiciones de Salud en el Trabajo, CSCST, del Departamento de Trabajo), que dió lugar a la publicación de unos manuales de actuación de lucha integrada y a la creación de la web específica sobre esta materia. Este proyecto supuso la creación de un grupo de trabajo, con la participación, también, de profesionales de diferentes sectores implicados en el control de plagas y en los plaguicidas: Universidad Autónoma de Barcelona, Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT), CSCST, Inspección de Trabajo, Asociación de Empresas de Control de Plagas de Cataluña (ADEPAP), Asociación de Empresas de Detergentes y de Productos de Limpieza, Mantenimiento y Afines (ADELMA) y, posteriormente, el Centro de Análisis y Programas Sanitarios (CAPS). A partir de aquí, conscientes de los resultados positivos del proyecto y de la importancia de seguir trabajando en este ámbito, se consideró oportuno dar continuidad al proyecto y a este grupo de trabajo, que actualmente cuenta con el apoyo del Departamento de Salud de la Generalitat de Catalunya.

El grupo de trabajo de control integrado tiene como objetivo general discutir, desde los diferentes estamentos implicados y desde un punto de vista técnico, aspectos relacionados con el control integrado de plagas urbanas, con el fin de mejorar su implantación y, por consiguiente, mejorar la salud pública y la salud laboral.

En este contexto, uno de los objetivos concretos del grupo de trabajo es valorar, mediante jornadas técnicas de trabajo, el riesgo que tienen los tratamientos con plaguicidas químicos en el control de plagas en el

order to minimize the risks of exposure of the population to this kind of insecticides.

KEY WORDS: Chlorpyrifos; urban pesticide; toxicity; pesticide exposure; insecticide application.

entorno urbano. La información de que se dispone sobre las investigaciones relacionadas con tratamientos plaguicidas efectuadas por el CSCST del Departamento de Trabajo, conjuntamente con la Inspección de Trabajo, muestra que en la mayoría de intoxicaciones ocurridas en los años precedentes al presente estudio, están presentes el grupo de los insecticidas organofosforados. Por este motivo, y teniendo en cuenta los datos aportados por la bibliografía científica reciente sobre la toxicidad de estos compuestos y el riesgo que pueden generar ciertas técnicas de aplicación de los plaguicidas, se estableció como prioridad efectuar una revisión de la información disponible sobre este grupo de insecticidas.

El estudio se ha centrado principalmente en una sustancia activa concreta: el clorpirifós, por el hecho de haber sido el plaguicida organofosforado más presente en los preparados insecticidas y uno de los ingredientes activos más a menudo implicado en los accidentes e incidentes investigados. Además, se trata de una de las sustancias revisadas recientemente, desde el punto de vista toxicológico, por diversos organismos oficiales y científicos.

El trabajo que se presenta es el fruto de las jornadas técnicas desarrolladas por el grupo de trabajo e incluye una amplia recopilación de información sobre el clorpirifós. Se ha revisado la situación de este plaguicida en los años 2005 y 2006, analizando los preparados insecticidas autorizados a nivel estatal y los tipos de formulaciones que se han comercializado, así como su situación en Europa y otros países. Igualmente se ha realizado una profunda recopilación de la bibliografía científica existente sobre la toxicología de este producto; se han analizado algunos de los accidentes producidos en Cataluña investigados por el Departamento de Trabajo en los cuales se ha detectado el clorpirifós entre los plaguicidas utilizados y los posibles factores de riesgo implicados. También se han estudiado los riesgos de exposición que generan las aplicaciones de plaguicidas que contienen clorpirifós en su formulación. Finalmente, basándose en los datos presentados, se presentan unas reflexiones sobre los riesgos de exposición de la población a este plaguicida en espacios urbanos o asimilables. Asimismo, se ha puesto una atención especial en la protección de los niños y otras personas más susceptibles ante esta sustancia

CAPÍTULO 1

EL CLORPIRIFÓS COMO INSECTICIDA EN EL ÁMBITO URBANO

1.1. ANTECEDENTES DEL CLORPIRIFÓS EN EUROPA Y EN LOS EE. UU.

El clorpirifós es un insecticida organofosforado descubierto en el año 1962 y, desde entonces, ha sido utilizado para el control de plagas tanto agrícolas como urbanas. En la Unión Europea, se ha utilizado ampliamente como insecticida en el ámbito urbano. Es por ello que tanto el Reglamento (CE) n.º 2032/2003 de la Comisión, de 4 de noviembre, relativo a la segunda fase del programa de trabajo de diez años previsto a la Directiva 98/8/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, relativa a la comercialización de biocidas, como el Reglamento (CE) n.º 1048/2005, que modifica el Reglamento (CE) n.º 2032/2003, identificó el clorpirifós como sustancia activa existente, y dentro del programa de revisión se incluyó en el Grupo 3: Plaguicidas, Tipo de producto 18 (insecticida, acaricida y productos para controlar otros artrópodos). No obstante, a la hora de defender el clorpirifós dentro del programa de revisión, ningún fabricante presentó la documentación necesaria para su revisión como biocida.

Posteriormente, el Reglamento (CE) 1849/2006, de 14 de diciembre, por el que se modifica el Reglamento (CE) 2032/2003 antes citado, indicó que a partir del 1 de septiembre de 2006, los Estados miembros velarían para que ya no se comercializaran los biocidas con sustancias activas que, habiendo sido notificadas para su evaluación en el marco del programa de revisión, se hubiera tomado la decisión de no incluirlas respecto a los tipos de producto notificados en los anexos I, IA o IB, de la Directiva 98/8/CE. El plazo que estableció para adoptar esta medida fue de doce meses a partir de la fecha de entrada en vigor de dicha decisión. Por lo que respecta al clorpirifós, el 21 de agosto de 2007 se publicó la Decisión de la Comisión de 14 de agosto, sobre su no inclusión, en los anexos de la Directiva 98/8/CE. Dicha decisión fue de aplicación a partir del 22 de agosto del 2008, fecha a partir de la cual se dejó de comercializar en la Unión Europea el clorpirifós como biocida.

En los EE. UU. el uso no agrícola del clorpirifós está muy restringido. La modificación de la Ley sobre seguridad alimentaria (Food Quality Act, 1996), que incorpora unos mayores estándares de seguridad con relación a los plaguicidas, generó la revisión de ciertos usos no agrícolas del clorpirifós. Este proceso dio como resultado la firma de un acuerdo entre la EPA (Environmental Protection Agency EE. UU.) y los principales productores de clorpirifós, para la

progresiva eliminación en los EE. UU. como plaguicida no agrícola. Este proceso se inició el año 2000, y en diciembre de 2005 se llegó a la cancelación total de muchos de sus usos. Actualmente, en los EE. UU., el uso no agrícola del clorpirifós se reduce a los tratamientos profesionales de mosquitos, a la colocación de cebos en estaciones portacebos de seguridad y a la aplicación en espacios interiores donde no sea posible la exposición de los niños al plaguicida, incluyendo únicamente las bodegas de los barcos, los furgones del ferrocarril, plantas industriales, plantas de manufacturación y plantas de procesamiento de alimentos.

1.2. ANTECEDENTES DEL CLORPIRIFÓS EN ESPAÑA

El clorpirifós era una sustancia activa plaguicida que hasta el 22 de agosto del 2008 estaba autorizada por el Ministerio de Sanidad y Consumo (MSC) para formular preparados plaguicidas de uso ambiental y en la industria alimentaria. Estaba inscrito en el Registro de Plaguicidas de la Dirección General de Salud Pública (DGSP) de este ministerio como ingrediente activo técnico y también como componente de muchos preparados comerciales.

Para evaluar la importancia que ha tenido el clorpirifós en España como insecticida de uso ambiental y en la industria alimentaria se presenta un estudio sobre el número de preparados insecticidas con esta sustancia presentes en el Registro de Plaguicidas de la Dirección General de Salud Pública del MSC en octubre de 2005 y octubre de 2006. El análisis de estos datos, con un año de diferencia, permite observar el efecto que tuvo la publicación de los reglamentos (CE) n.º 2032/2003, de 4 de noviembre, y n.º 1048/2005, de 13 de junio, relativos a la segunda fase del programa previsto en el apartado 2 del artículo 16, de la Directiva 98/8/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, relativa a la comercialización de biocidas.

Dentro de los insecticidas organofosforados, el clorpirifós era el ingrediente activo técnico que en los años 2005 y 2006 formaba parte de más preparados comerciales insecticidas. Estaba presente en más del 60% de los preparados insecticidas que contenían organofosforados en su formulación (fig. 1).

En octubre de 2005, el clorpirifós formaba parte de 237 preparados insecticidas (código -30- en el número de registro) y 4 protectores de la madera (código -80- en el número de registro) de un total de 2.457 preparados comerciales, lo cual supone un 9,6% de insecticidas y un 0,2% de protectores de la madera del total de preparados. En octubre de 2006 había 240 preparados insecticidas con clorpirifós en su formulación y ningún protector de la madera, de un total de 1.655 preparados comerciales plaguicidas, es decir, un 14,5% de los preparados insecticidas. Hay que indicar que para el pre-

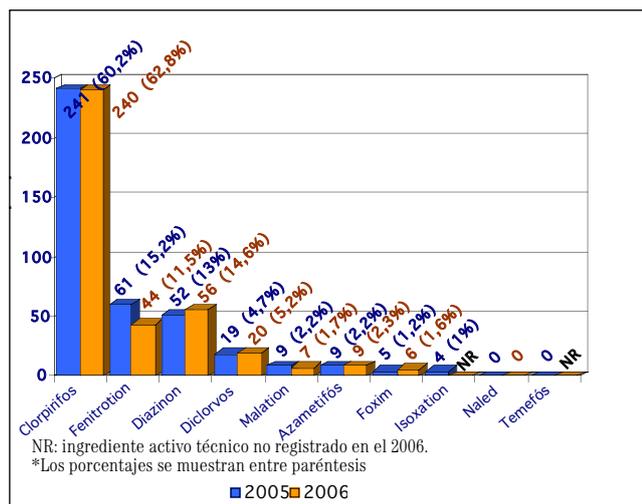


FIGURA 1. Importancia del clorpirifós como componente de preparados insecticidas con organofosforados*

sente estudio se han considerado como preparados diferentes los productos registrados para uso ambiental y los productos para uso en la industria alimentaria, independientemente que su formulación y su número de registro sea el mismo.

Analizando estos datos generales, se puede observar que, aunque hubo un 32,6% de reducción del número total de plaguicidas presentes en el Registro de Plaguicidas de la DGSP, de octubre de 2005 a octubre de 2006, el número de preparados insecticidas con clorpirifós se mantuvo (fig. 1). Durante este periodo, se renovó el registro de 3 ingredientes activos técnicos (IAT) y de 51 preparados, y se registraron 6 nuevos preparados plaguicidas con clorpirifós como componente. Estos datos indican que, durante este periodo, se cancelaron únicamente 7 preparados plaguicidas con clorpirifós. De estos 7 preparados cancelados, 4 correspondían a los protectores de la madera (con código -80- en el número de registro) en aplicación del Reglamento 1048/2005, y 3 a preparados insecticidas.

El estudio más detallado de los preparados comerciales con clorpirifós se llevó a cabo en relación a su estado físico o formulación, sus concentraciones, y las metodologías de aplicación autorizadas.

Respecto a los tipos de formulaciones autorizadas de los preparados con clorpirifós presentes en el Registro de Plaguicidas de la DGSP en los años 2005 y 2006, se agruparon los diferentes estados físicos que figuraban en el Registro en las formulaciones que se presentan en la tabla 1. Sin embargo, hay que decir que algunos estados físicos, como es el caso de los que figuraban como "estado líquido" en el Registro, en base a la información disponible, no ha sido posible agruparlos en una formulación concreta (anexo I). Los preparados que figuraban en el Registro como "laca en aerosol" y "líquido viscoso", se consideraron dentro de la formulación de lacas. Finalmente, se separaron las pinturas como un tipo de plaguicida diferente de las otras formulaciones. Se puede observar que las formulaciones predominantes dentro de los preparados con clorpirifós eran las lacas. De los seis productos nuevos registrados durante el periodo de octubre de 2005 a octubre de 2006, dos correspondían a lacas, uno a un líquido, uno a un microencapsulado y dos a microgranulados.

Si observamos los usos autorizados de los preparados con clorpirifós presentes en el Registro de Plaguicidas (tabla 2) en octubre de 2006, había 46 preparados autorizados para uso doméstico (43 preparados en octubre de 2005), que correspondía al 19,16% de los preparados con clorpirifós presentes en el Registro. De los 6 productos nuevos registrados durante el periodo de octubre de 2005 a octubre de 2006, 3 son de uso doméstico o por el público general, y 3 exclusivamente para uso por personal especializado.

En relación a las concentraciones de utilización de los preparados plaguicidas con clorpirifós, se revisó la concentración de los productos que están preparados para uso directo (aerosoles, lacas, pinturas y cebos). Los

TABLA 1. Estado físico o formulaciones de los diferentes preparados plaguicidas con clorpirifós presentes en el Registro de Plaguicidas de la DGSP

Estado físico / Formulación ^a	Octubre de 2005		Octubre de 2006	
	N.º	%	N.º	%
Aerosoles	35	14,5	31	12,9
Cebos (geles, trampas, pasta)	27	11,2	25	10,4
Emulsionables	31	12,9	33	13,8
Microencapsulados	16	6,6	19	7,9
Líquidos	35	14,5	20	8,3
Lacas	90	37,3	104	43,3
Polvo	2	0,8	2	0,8
Microgranulados / granulados	2	0,8	4	1,7
Pinturas	3	1,2	2	0,8
Total	241	100	240	100

^aVéase el anexo I: Tipos de formulaciones plaguicidas.

TABLA 2. Usos autorizados de los diferentes preparados plaguicidas con clorpirifós presentes en el Registro de Plaguicidas de la DGSP

Usos	Octubre de 2005		Octubre de 2006	
	N.º	%	N.º	%
Ambiental doméstico o de uso por el público general	13	5,4	16	6,7
Ambiental doméstico / PE* (según medida envase)	30	12,4	30	12,5
Total de uso doméstico	43	17,8	46	19,2
Ambiental PE (incluye industrial)	89	36,9	88	36,7
Industria alimentaria (exclusivamente PE)	109	45,2	106	44,2
Total	241	100	240	100

*PE: personal especializado.

TABLA 3. Concentración de uso de clorpirifós en los preparados plaguicidas

Estado físico / Formulación	Concentración de clorpirifós	
	Octubre de 2005	Octubre de 2006
Aerosoles	0,8% - 3,5%	1% - 3,5%
Lacas	0,7% - 9,5%	2% - 9,5%
Pinturas	0,75% - 1,5%	0,7% - 1,5%
Cebos	0,03% - 2%	0,05% - 2%

TABLA 4. Productos insecticidas que acompañan el clorpirifós en los preparados plaguicidas

Otros componentes insecticidas	Octubre de 2005		Octubre de 2006	
	N.º	%	N.º	%
Ninguno (clorpirifós solo)	84	34,9	82	34,2
Piretroide	121	50,2	117	48,7
Carbamato	8	3,3	7	2,9
Organofosforado	2	0,8	5	2,1
Carbamato y piretroide	15	6,2	19	7,9
Carbamato y organofosforado	6	2,5	4	1,7
Organofosforado y IRC*	2	0,8	1	0,4
Carbamato, piretroide y organofosforado	1	0,4	3	1,2
Carbamato, piretroide y IRC*	2	0,8	2	0,8
Total	241	100	240	100

*IRC: Insecticida regulador del crecimiento.

datos obtenidos del Registro, en octubre del 2005 y del 2006, se muestran en la tabla 3.

Aunque la concentración de clorpirifós de los aerosoles oscilaba entre el 0,8% y el 3,5%, el 35,9% de los preparados en el 2005 y el 38,7% de los preparados en el 2006 tenían una concentración igual o superior al 3%. De la misma manera, de los preparados en forma de laca, que presentaban una concentración de clorpirifós entre el 0,7% y el 9,5%, el 88,4% tenían una concentración de utilización superior al 3% (en los dos años estudiados).

Finalmente, se analizó la composición de los preparados con clorpirifós en relación a los otros tipos de insecticidas que acompañaban su formulación. Los resultados obtenidos se muestran en la tabla 4. Se puede observar que mayoritariamente los preparados con

clorpirifós se formulaban con piretroides (48,7%-50,2%) o sin ningún otro tipo de insecticida (34,2%-34,8% de los preparados).

Como se ha comentado anteriormente, desde el 22 de agosto de 2008 el clorpirifós no está autorizado por el MSC para formular preparados plaguicidas de uso ambiental y en la industria alimentaria. Desde la retirada del clorpirifós, el número de plaguicidas con organofosforados como ingrediente activo disminuyó sustancialmente. De los 382 plaguicidas con organofosforados registrados en el año 2006 se pasó en enero de 2009 a 126 preparados plaguicidas. Cabe señalar que en general existió una disminución de todos los preparados con organofosforados, excepto en el caso del diazinon que de los 56 productos registrados en el año 2006 se pasó a 79 productos en enero de 2009.

CAPÍTULO 2

EFFECTOS DEL CLORPIRIFÓS SOBRE LA SALUD

2.1. EFFECTOS COLINÉRGICOS Y DE NEUROTOXICIDAD DEL CLORPIRIFÓS

2.1.1. EFFECTOS COLINÉRGICOS

Son efectos derivados de la acción inhibitoria sobre la acetilcolinesterasa (AChE) del sistema nervioso ejercida por el clorpirifós, los organofosforados en general y los carbamatos. Por este motivo, estos efectos, básicamente, pueden producirse sobre cualquier parte del sistema nervioso donde se encuentre el mencionado enzima: sistema nervioso central, uniones neuromusculares, sistema nervioso parasimpático y sistema nervioso simpático.

En el caso de los organofosforados, la unión de la molécula con la enzima es muy estable; por ello, cuando se ha producido una cierta inhibición, la recuperación de la actividad de la AChE eritrocitaria se produce a un ritmo estimado de alrededor de un 1% diario y está en función del ritmo de producción de glóbulos rojos por la médula ósea. En el caso de los carbamatos esta unión es mucho más débil, en general se rompe con rapidez, y su duración puede ser de tan solo minutos o unas pocas horas, por lo que la actividad enzimática en el organismo (*in vivo*) se puede recuperar rápidamente al cesar la exposición (Obiols, 1998).

En general, el cuadro clínico característico de la intoxicación aguda por una exposición intensa a organofosforados se produce cuando la inhibición de la AChE es superior al 70%, hecho determinante de una acumulación de acetilcolina (ACh) en las sinapsis, con manifestaciones muscarínicas, nicotínicas y del sistema nervioso central, que expresan la sobreestimulación de los receptores correspondientes, consistente en una respuesta aumentada del órgano, aparato o sistema innervado. Cuando la exposición es menos intensa y la inhibición es marcadamente inferior a esta cifra, se pueden presentar trastornos poco conspicuos y fácilmente atribuibles a otras causas o procesos.

La acción inhibitoria sobre la AChE ejercida por el clorpirifós es debida a un derivado metabólico: el clorpirifós-oxón. Esta forma es unas mil veces más activa, en su capacidad inhibitoria, que la molécula parental, el clorpirifós.

Después de la exposición (p. ej. ingesta, inhalación o contacto dérmico), el componente se activa metabólicamente en el hígado hacia el clorpirifós-oxón, que produce neurotoxicidad al inhibir las esterasas diana en el sistema nervioso central y periférico. El clorpiri-

fós-oxón se metaboliza en el hígado y en el plasma en dietilfosfato y TCP (3,5,6-tricloro-2-piridinol), metabolito específico urinario (Dick et al., 2001). El ACh es también un neurotransmisor en el cerebro y el clorpirifós atraviesa la barrera hematoencefálica con efectos en la estructura cerebral (Richardson, 1995).

La inhibición de la AChE puede tener lugar de manera progresiva a consecuencia de sobreexposiciones reiteradas, que progresivamente van reduciendo el nivel de enzima fisiológicamente activo, lo cual va acompañado de una "adaptación" del organismo sin que se produzcan manifestaciones clínicas las cuales, cuando aparecen, lo hacen de manera muy repentina e intensa. Éste es un motivo para llevar a cabo el control biológico adecuado de los trabajadores expuestos a éste y otros organofosforados en condiciones poco controladas.

2.1.2. EFFECTOS NO COLINÉRGICOS

Los productos neurotóxicos, como el clorpirifós, pueden alterar el desarrollo y las funciones del cerebro de manera específica y permanente, y sus efectos adversos se presentan por exposiciones con niveles que actualmente se tienen por seguros, ya que no se habían investigado de manera suficientemente rigurosa.

Teniendo en cuenta el conocimiento que hoy disponemos de las acciones tóxicas del clorpirifós, sobre todo por los resultados de la ingente tarea de investigación llevada a cabo en los últimos diez años, hay que destacar que, en la práctica, y en el entorno socioeconómico en que nos movemos, el conjunto de los efectos no colinérgicos son los que más nos tienen que preocupar.

En el ámbito de las aplicaciones ambientales, incluso cuando se produce una sobreexposición manifiesta, en general es difícil que se pueda llegar a una situación de riesgo grave exclusivamente por los efectos colinérgicos de este plaguicida.

Cada vez hay más pruebas de que los efectos a largo plazo que se pueden producir por exposiciones agudas importantes, con el cuadro clínico característico (tabla 5), o por exposiciones repetidas de nivel bajo, sin el mencionado cuadro, obedecen a otros mecanismos.

Cabe señalar que desde el punto de vista toxicodinámico estos otros mecanismos son muy diversos, diferentes de la mencionada acción inhibitoria. La mayoría se deben a la acción tóxica de la misma molécula parental, sin transformar y no a la forma oxón.

2.1.2.1. NEUROTOXICIDAD EN LOS ADULTOS

Los mecanismos de neurotoxicidad que actúan a concentraciones elevadas pueden producir la necro-

TABLA 5. Síntomas de los efectos colinérgicos más frecuentes producidos por el clorpirifós

1. Cardiovasculares
Mareo, fatiga, vértigo, desmayo, bajada/subida de presión
2. Gastrointestinales
Diarreas, dolores, abdominales, estreñimiento
3. Urinarios
Incontinencia, impotencia
4. Glandulares
Irritación de los ojos, lagrimeo, sequedad de boca, salivación excesiva, inflamación nasal, sudoración excesiva
5. Respiratorios
Dificultad respiratoria, ahogos, catarros continuos
6. Nerviosos
Dolores de cabeza, sequedad de piel, visión doble, ceguera nocturna, trastornos del equilibrio, disminución de la memoria, falta de atención, depresión

sis de neuronas cerebrales, en dos fases. Inicialmente, activan el sistema glutamatérgico (que utiliza glutamato como neurotransmisor), con participación del Ca²⁺ y estimulación de los receptores NMDA (N-metil-D-aspartato, por un descenso de su umbral de excitación), que, a su vez, activan el óxido nítrico sintetasa, con el correspondiente aumento de óxido nítrico, que es el agente que, finalmente, produce la muerte neuronal. Este mecanismo es general de los organofosforados y la necrosis podría tener lugar en diferentes zonas o áreas cerebrales. Con respecto a los efectos en los circuitos hipocampales, con destrucción neuronal, podría explicar los trastornos de aprendizaje y los déficits de memoria. Las lesiones de grandes áreas (sistemas límbico, cortical y motor central) podrían explicar los cambios de humor, de la capacidad de juzgar las situaciones, emocionales, posturales, motrices y de habilidades adquiridas, en personas que han sufrido exposiciones agudas graves, que pueden también presentar trastornos psiquiátricos y déficits motores, todos de gran persistencia ya que los daños producidos no se regeneran. Se han constatado trastornos de tipo neurocomportamental y neuropsicológicos en personas expuestas a clorpirifós en ambientes interiores de viviendas y oficinas donde se había aplicado este ingrediente activo.

La apoptosis, muerte celular programada, es otro mecanismo de acción. Con dosis bajas de compuestos organofosforados se puede producir un proceso de muerte neuronal retardada en el cual está implicada la generación de radicales libres, es decir, especies de oxígeno reactivas (ROS [*reactive oxygen species*]). Los organofosforados producen disfunción mitocondrial, descenso de adenosina trifosfato (ATP [*adenosine triphosphate*]) y aumento de los niveles de ROS, y determinan un estrés oxidativo. Estos agentes pueden inducir la síntesis de enzimas proteolíticas, la

fragmentación del ADN y la muerte apoptótica. Hay que decir que el cerebro es altamente sensible al estrés oxidativo.

Algunos estudios demuestran trastornos de la conducta y neuropsicológicos en personas expuestas a clorpirifós, en las cuales se desarrolla una pérdida de memoria y de capacidad de concentración que se ha denominado síndrome frontal. Este efecto puede ser originado por estrés oxidativo, y se ha demostrado en los linfocitos de personas expuestas a clorpirifós utilizado en las viviendas. Entre trabajadores que eliminan termitas utilizando productos que contienen clorpirifós, se ha podido demostrar alteraciones en el sistema sensitivo y motor y en el sistema vestibular y propioceptivo, con disminución de la capacidad de ubicación postural con los ojos cerrados en superficies blandas (Dick et al., 2001). Otro estudio efectuado entre el mismo tipo de trabajadores demostró alteraciones en la velocidad de conducción nerviosa, sensibilidad vibrotáctil, potenciales evocados visuales, auditivos y de habilidades neuroconductuales. El grupo expuesto refirió más pérdida de memoria que el grupo control, problemas emocionales, fatiga y pérdida de fuerza muscular. Los tests menos precisos realizados en el pasado quizás no podían detectar estos problemas clínicos más sutiles (Steenland et al., 2000). En un grupo de 80 mujeres analizadas en el Centro de Análisis y Programas Sanitarios (CAPS) de Barcelona -centro que habitualmente estudia casos importantes sospechosos de afectación-, que habían sido expuestas a clorpirifós en los puestos de trabajo, la afectación neurológica se manifestó con la presencia inicial de un estado de confusión mental, dolores de cabeza en la frente, moderación de la capacidad de respuesta, pérdida de memoria y de capacidad de concentración, rampas y parestesias en las extremidades superiores e inferiores, pérdida de fuerza muscular y sensación de fatiga. Estos síntomas se presentaron inmediatamente después de las exposiciones y empeoraron progresivamente en las personas que habían estado reexpuestas, aunque fuera a dosis bajas.

Este síndrome ya ha sido descrito en la literatura como afectación crónica del sistema nervioso central inducido por organofosforados (COPIND [*Chronic Organophosphate Induced Neuropsychiatric Disorder*]). En los casos estudiados en el CAPS, el síndrome se ha presentado en el 100% de las personas afectadas. Las exploraciones clínicas han evidenciado moderación de los potenciales cognitivos y visuales, resultados alterados en el test neuropsicológico, lentitud del flujo sanguíneo en la zona temporal y frontal objetivada por el SPECT (*Single Photon Emission Computed Tomography*), y alteraciones en la resonancia magnética cerebral, con pérdida de mielina, que se observa en un 60% de casos un año después de la exposición (Valls-Llobet, 2000).

2.1.2.2. NEUROTOXICIDAD DURANTE EL DESARROLLO EMBRIONARIO FETAL Y LOS PERIODOS POSTNATALES

Los efectos de los organofosforados y el clorpirifós se han relacionado con retraso en el desarrollo neurológico, defectos en la proliferación y migración neuronal del cerebro fetal, desórdenes de la conducta, hiperactividad y alteraciones motoras (Ortega et al., 2005). En un estudio en ratas en gestación a las cuales se suministró clorpirifós se observaron crías con menos receptores colinérgicos muscarínicos, reflejos de erección marcadamente alterados y pruebas de evasión de precipicio (Chanda y Pope, 1996). Cuando las ratas madres se trataron con 5 mg/kg/día desde el sexto día de gestación hasta el undécimo después de nacer las crías, éstas tuvieron menos respuesta auditiva por sorpresa y menor peso cerebral (Makris et al., 1998).

Tal como ya se ha señalado, la misma molécula parental, el clorpirifós, en general es mucho más tóxica para los animales inmaduros que su derivado metabólico clorpirifós-oxón. La molécula de clorpirifós dificulta la división celular neuronal y su diferenciación a unos niveles en los cuales no hay toxicidad colinérgica manifiesta.

Las fases en las cuales el sistema nervioso es sensible a la acción del clorpirifós van desde la embrionaria hasta más allá de la de destete. Los efectos neurotóxicos pueden producirse sobre las neuronas y sobre las células gliales.

Respecto a la apoptosis, las neuronas embrionarias son más sensibles al clorpirifós y clorpirifós-oxón que las postnatales.

A nivel biomolecular, se altera la transmisión de la información celular vía AMPc, así como la alteración en la transcripción nuclear, en el ADN, el ARN y la síntesis proteica.

Un aspecto ciertamente destacable a nivel morfogénico son las consecuencias sobre el desarrollo glial por exposición prenatal o postnatal al clorpirifós a niveles bajos que no producen manifestaciones tóxicas agudas. En los resultados experimentales se constata que hay una dependencia entre los efectos producidos, el periodo de exposición y el sexo del animal ensayado; además, hay un aspecto primordial, que es la aparición de efectos diferidos, respecto del momento en que tuvo lugar la exposición. Así, la exposición durante la última fase del periodo prenatal provoca descenso de la actividad mielinizante y del desarrollo axonal (neurofilamentos), sólo en las hembras, que no se manifiestan hasta al cabo de muchos días, en la fase postnatal. Sin embargo, la exposición durante el periodo postnatal inmediato al nacimiento tiene efectos en el desarro-

llo del cerebelo: su motricidad futura resultará alterada. Más todavía, la exposición en este mismo periodo puede tener un efecto drástico sobre el sistema serotoninérgico, que induce en los animales expuestos un comportamiento de tipo depresivo en una época muy posterior al periodo de exposición. Una interrupción de la diferenciación intelectual entre sexos y la anhedonia son otras consecuencias.

Como se ha comentado, el clorpirifós tiene un efecto directo sobre la replicación neuronal, en especial de las células gliales y los efectos neurotóxicos en el feto de ratas se pueden presentar con niveles de clorpirifós en la sangre que no son tóxicos en adultos (Qiao et al., 2001). La exposición en la vida fetal produce menos daño al sistema nervioso central que la exposición postnatal, pero en cambio Qiao et al. (2002) han encontrado alteraciones en la gliogénesis, axogénesis y sinaptogénesis. También se ha demostrado una vulnerabilidad especial en ratas hembras a través de proteínas neuroespecíficas (García et al., 2003). La exposición durante la gestación afecta especialmente a la capacidad cognitiva en las hembras, con interacciones entre las células de la glía y la formación de la arquitectura cerebral, los circuitos y su función. En especial, afecta a la corteza cerebral, el hipocampo y los núcleos estriados que afectan al aprendizaje y la memoria. Estas alteraciones persisten hasta la adolescencia y la vida adulta, con pérdidas de memoria y capacidad de ganar habilidades de trabajo a causa de defectos de la transmisión sináptica (Qiao et al., 2003).

La exposición de las madres a clorpirifós, que se asocia a niveles bajos de actividad de paraoxonasa, se ha relacionado con una reducción en el tamaño del perímetro craneal de los bebés, que es un factor predictivo de la habilidad cognitiva que desarrollarán en su infancia (Berkowitz et al., 2004).

La relación entre la exposición a clorpirifós y las malformaciones congénitas se ha demostrado en embriones de ratas, y se ha observado que la incubación del embrión en contacto con clorpirifós aumenta el porcentaje de apoptosis (muerte celular) y disminuye el número de células de los blastocitos (Greenlee et al., 2004). Entre los niños nacidos en la ciudad de Nueva York antes del 1 de enero de 2001, el peso al nacer disminuyó 67,3 gr y la talla 0,43 cm por cada unidad aumentada en los niveles de clorpirifós en el cordón umbilical. En cambio, después de enero de 2001, en el que se puso en marcha el plan de regulación de los insecticidas en las viviendas, no se ha encontrado esta asociación (Whyatt et al., 2005). En ratas expuestas a clorpirifós durante la organogénesis se ha demostrado teratogenicidad y toxicidad en el desarrollo de órganos, como el aumento de labio leporino y paladar hendido, y algunos efectos fetales adversos, como malformaciones óseas y resorción (Tian et al., 2005).

2.2. OTROS EFECTOS TOXICOLÓGICOS DEL CLORPIRIFÓS

2.2.1. EFECTOS INMUNOLÓGICOS

Thrasher et al. (2002) demostraron que en las personas expuestas al clorpirifós se producía un incremento en la expresión CD26, una disminución del porcentaje de CD5, un incremento de los autoanticuerpos, en especial de los antitiroideos, y una mitogénesis disminuida en respuesta a la fitohemaglutinina y a la concanavalina. A los seis meses de las primeras exposiciones las personas afectadas desarrollaron un incremento de fenómenos autoinmunes, con la aparición o incremento de títulos de anticuerpos antinucleares, anticuerpos antitiroideos, anticuerpos del citomegalovirus, y anticuerpos del virus de Epstein-Barr.

En un 73% de las personas afectadas se desarrolló hipotiroidismo y en un 5%, hipertiroidismo, cifras tres veces mayores que las observadas en la población normal. Este síndrome se ha descrito como la de la estimulación de la autoinmunidad.

2.2.2. EFECTOS COMO DISRUPTOR ENDOCRINO

Las mujeres afectadas por clorpirifós manifiestan alteraciones por sus efectos estrogénicos y por la afectación parasimpática hipotalámica. Un mes después de la exposición se presentaron ciclos menstruales más cortos, presencia de coágulos, presencia o agravación del síndrome premenstrual, incremento de la mastopatía fibroquística y, medio año después, incremento de fibromiomas uterinos. En la exploración se encontró un incremento de 17- β -estradiol en la segunda fase del ciclo, deficiencia de progesterona, anemia y deficiencia de las reservas de hierro (ferritina baja). En los hombres, se observaron dificultades en la erección, impotencia sexual y disminución de los niveles de testosterona (Bretveld et al., 2006).

En los estudios realizados por Valls-Llobet (2000) sobre personas expuestas a plaguicidas en Cataluña, se observó el síndrome de parasimpaticotonia hipotalámica con hipersecreción de hormona de crecimiento. Medio año después de las primeras exposiciones, algunas personas presentaban un crecimiento del tamaño de los pies, ya que aumentaron un número con respecto al que calzaban antes. Al estudiar las hormonas hipofisarias se observó el incremento de la secreción de hormona de crecimiento (GH), dos o tres veces por encima de los valores normales, pero sin llegar a cifras compatibles con las observadas en la acromegalia. La secreción de IGF 1 estaba disminuida y la de somatostatina –factor inhibidor de la hormona de crecimiento– estaba disminuida o abolida en la mayoría de los casos.

La exploración de la hipófisis mostró un incremento del tamaño en un 30% de casos, y en diez personas que estuvieron expuestas de manera repetida, se ha tenido que extirpar una tumoración, no maligna, hipersecretora de hormona de crecimiento (Valls-Llobet, 2000).

2.2.3. EFECTOS CARCINOGENÉTICOS

Lee et al. (2004) observaron que, después de ajustar por exposición a otros plaguicidas, las personas expuestas a clorpirifós más de 56 días tenían un riesgo relativo más elevado de cáncer de pulmón (concretamente 2,18; IC 1,31-3,64) que las personas no expuestas.

Estos datos se confirman en un estudio de cohorte de 57.284 aplicadores de plaguicidas fitosanitarios y 32.333 parejas de aplicadores con baja prevalencia de fumadores. El incremento de riesgo se observó en exposiciones superiores a 103 días (Alavanja et al., 2004).

2.2.4. SÍNDROME DE FATIGA CRÓNICA

Al 80% de las personas afectadas, analizadas al CAPS de Barcelona, se le pudo diagnosticar a los seis meses un síndrome de fatiga crónica, que cumplía los criterios de Fukuda et al. (1994), con alteración de la función mitocondrial, con bajos niveles de secreción de ácido pirúvico, que refleja el daño mitocondrial directo que pueden provocar los organofosforados, tal como demostraron Moreno y Madeira (1990).

2.2.5. HIPERSENSIBILIDAD QUÍMICA MÚLTIPLE

Un 70% de las personas estudiadas por Valls-Llobet (2000) que habían sido expuestas a plaguicidas desarrollaron un síndrome de hipersensibilidad química múltiple, que persiste 12 años después de la primera exposición. La afectación fue mucho más intensa y las consecuencias sobre la salud fueron peores para las personas que estuvieron expuestas a dosis bajas y repetidas. Estas personas no pueden entrar en lugares públicos cerrados ni convivir en zonas en que haya determinadas emanaciones (gasolina, aerosoles ambientales, detergentes, disolventes, pinturas, etc.). Los patrones de los productos que producen hipersensibilidad son ligeramente diferentes para cada persona y se han podido objetivar mediante un cuestionario (Valls-Llobet, 2000).

La neurotoxicidad, la disrupción endocrina, las alteraciones inmunológicas y el síndrome de hipersensibilidad y fatiga crónica se producen con más facilidad en las exposiciones repetidas a nivel bajo porque no aparece el fenómeno de evitación de la exposición que se produce en las intoxicaciones agudas.

Los resultados de los estudios realizados en Cataluña por Valls-Llobet (2000) indican que los síndromes más invalidantes para las personas afectadas han sido el síndrome de fatiga crónica, la afectación neurológica crónica y la hipersensibilidad química múltiple, ya que les impide realizar cualquier tipo de trabajo. Un 20% de casos que pudieron ser tratados a la semana siguiente de las exposiciones no han presentado tantas secuelas como las personas que se han reexponido y no han sido tratadas, aunque se ha observado que sufren sensibilización a la exposición a organofosforados en lugares públicos (transportes públicos, restaurantes), y que con pequeñas exposiciones ocasionales pueden sufrir otra vez los síntomas iniciales, con disminución de la colinesterasa sérica y eritrocitaria (Valls-Llobet, 2000).

CAPÍTULO 3

EXPOSICIÓN AL CLORPIRIFÓS

3.1. INVESTIGACIONES EFECTUADAS POR EL CENTRO DE SEGURIDAD Y CONDICIONES DE SALUD EN EL TRABAJO DE BARCELONA Y LA INSPECCIÓN DE TRABAJO SOBRE TRATAMIENTOS PLAGUICIDAS EN LOS QUE SE HA DETECTADO CLORPIRIFÓS

El CSCST, conjuntamente con la Inspección de Trabajo, ha llevado a cabo las investigaciones de incidentes y accidentes relacionados con plaguicidas en el entorno urbano, en el área de Barcelona y provincia. A continuación se presenta el estudio de seis de los incidentes investigados. Se muestran, por una parte, las investigaciones ambientales (análisis de la presencia de clorpirifós en el aire) efectuadas por la Sección de Higiene del CSCST y, de la otra, los efectos sobre la salud detectados, en las personas implicadas en estos incidentes, visitadas por la Sección de Medicina de este mismo centro.

Los casos que se presentan son una muestra de los incidentes en los cuales se ha podido confirmar analíticamente la presencia de clorpirifós en el aire. Sin embargo, hay que tener presente que, además de los que aquí se presentan, se han producido e investigado en Cataluña otros incidentes, algunos de los cuales también con afectaciones sobre la salud de las personas expuestas.

3.1.1. INVESTIGACIONES AMBIENTALES

El objetivo principal de las investigaciones de los incidentes o accidentes fue estudiar las causas que habían podido producirlos, evaluar el riesgo de la pre-

sencia de los plaguicidas para la salud de los trabajadores y valorar las condiciones de seguridad del ambiente laboral afectado. En consecuencia, las tomas de muestras efectuadas en cada caso estaban encaminadas a la búsqueda de las posibles sustancias activas de plaguicidas presentes en el aire y en las diferentes superficies del local donde se había hecho el tratamiento o había quedado afectado por éste. De esta manera se podía averiguar el tipo y nivel de exposición a la que habían podido estar expuestos los trabajadores, y determinar si era necesario establecer medidas como la limpieza, la descontaminación, la retirada de materiales, etc.

En este estudio se presentan los datos de presencia de clorpirifós en el aire de los locales implicados en los seis accidentes. Estos datos son un reflejo puntual de unas situaciones concretas detectadas por los técnicos de prevención de riesgos laborales de la Sección de Higiene Industrial del CSCST de Barcelona, en los días posteriores a la detección de los accidentes ocurridos.

Como se ha comentado, el clorpirifós es una de las sustancias activas plaguicidas más detectada, en general, en los accidentes. Hay que destacar, sin embargo, que en algunos de los casos estudiados no sólo se ha encontrado este plaguicida sino más de una materia activa plaguicida. No obstante, en todos estos casos, el clorpirifós ha sido el residuo de plaguicida más importante. Asimismo, en otros casos estudiados en los que no había constancia de la aplicación de clorpirifós en el tratamiento plaguicida que motivaba la investigación, ha sido igualmente detectado en un porcentaje elevado de los incidentes.

3.1.1.1. INVESTIGACIONES RELACIONADAS CON TRATAMIENTOS PLAGUICIDAS CON CLORPIRIFÓS

En la tabla 6 se presentan los resultados sobre la concentración de clorpirifós en el aire, obtenidos en cuatro casos en los que se había aplicado plaguicidas con clorpirifós, mediante técnicas de aplicación diferentes: pulverización, pincelado e inyección.

En el caso n.º 1 la aplicación del producto plaguicida se hizo por pulverización en los zócalos, a lo largo del perímetro del local. Aunque el plazo de seguridad del producto que se aplicó era de 24 horas, se puede observar que 16 días después de aplicarlo todavía había una concentración de clorpirifós en el aire de 0,596 µg/m³.

En el caso n.º 2 la aplicación de clorpirifós se hizo mediante pincelado en el zócalo del perímetro interior de la edificación. El plazo de seguridad del producto que se aplicó era de 24 horas. Podemos ver también que se detectan unas concentraciones de clorpirifós de 3,79 µg/m³ a los 32 días de la aplica-

TABLA 6. Concentración de clorpirifós en el aire detectada en los casos en que se había aplicado un producto con clorpirifós

Técnica de aplicación utilizada ^d	Tipo de aplicación	Composición del producto aplicado	Dilución aplicada	Plazo de seguridad del producto	Tiempo desde la aplicación hasta la toma de muestras	Clorpirifós en el aire $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Caso 1: pulverización	Pulverización de zócalos	Clorpirifós: 3%, más un piretroide	Sin dilución	24 horas	16 días	0,596 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Caso 2: pincelado	Pincelado de zócalos	Clorpirifós: 5%, más un piretroide	Sin dilución	24 horas	Planta donde se hizo la aplicación: 32 días 130 días Otras plantas del edificio: 32 días 42 días 130 días 32 días 42 días 130 días 42 días 130 días	1,80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 0,258 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 0,34 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 0,16 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 0,013 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 3,79 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 0,32 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 0,69 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 2,73 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 0,048 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Caso 3: pulverización y pincelado	Pulverización de falso techo y pincelado de zócalos	Clorpirifós: 3%, más un piretroide	Sin dilución	24 horas	5 días	1,03 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Caso 4: inyección	Inyección localizada en orificios practicados en la pared interior de una sala	Clorpirifós: 44,65%	2%	12 horas	3 días 7 días 58 días	0,04 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 0,05 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 0,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

ción, 2,73 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a los 42 días y 0,69 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a los 130 días. Esta elevada residualidad en relación con la observada en el caso anterior puede ser debida a la mayor concentración de clorpirifós (5%) que contenía este preparado y a su presentación en forma de laca insecticida, que genera una liberación continua de producto en el aire.

En el caso n.º 3 se hizo una aplicación de clorpirifós mediante dos técnicas diferentes, una pulverización en un falso techo y un pincelado posterior en los zócalos. El plazo de seguridad del producto era de 24 horas. La residualidad observada de 1,03 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, superior a la detectada en el caso n.º 1 efectuada con un producto con una misma concentración de clorpirifós (3%), podría explicarse por el menor tiempo que pasó desde la aplicación del producto hasta la toma de las muestras (5 días en este caso y 16 días en el primer caso) y por el tipo de aplicación efectuada. En el primer caso se hizo una pulverización únicamente en los zócalos, mientras que en este caso se hizo una pulverización mucho más generalizada, que abarcaba todo el falso techo con diversas aperturas que lo comunicaban directamente con el resto del local.

Finalmente, en el caso n.º 4, la aplicación de un preparado insecticida con clorpirifós, para el control de termitas subterráneas, mediante inyección localizada en una pared interior de una edificación, mostró una con-

centración de clorpirifós en el aire de 0,04 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a los 3 días, 0,05 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a los 7 días y 0,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a los 58 días. El plazo de seguridad del producto aplicado en este caso era de 12 horas. Estos valores son apreciables a pesar de estar por debajo de los obtenidos, por ejemplo, en el estudio d'O'Brien (1989) en los EE. UU., en el que 16 viviendas tratadas contra termitas subterráneas mostraron una media de 1,38-3,07 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de clorpirifós en el aire un año después del tratamiento y 1,32-1,82 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, dos años después. Esta diferencia puede ser debida a que el tratamiento del incidente estudiado fue un tratamiento parcial en una pequeña parte de la edificación.

3.1.1.2. INVESTIGACIONES RELACIONADAS CON TRATAMIENTOS PLAGUICIDAS SIN CONSTANCIA DE APLICACIÓN DE CLORPIRIFÓS

En algunos accidentes ocasionados por la aplicación de plaguicidas que no contenían clorpirifós en su formulación se ha detectado igualmente la presencia de este producto en el aire (tabla 7). En estos casos no se puede determinar el origen del clorpirifós detectado ni, por lo tanto, el tiempo que ha pasado entre la aplicación y la fecha del muestreo en que se detecta la presencia. Sin embargo, sí que se puede observar una presencia significativa de clorpirifós en el aire después de

TABLA 7. Concentración de clorpirifós en el aire detectada en los casos en los que no hay constancia de aplicación de clorpirifós

Caso	Tiempo entre el incidente y la detección de clorpirifós	Concentración ambiental de clorpirifós
5	1 día	6,16 µg/m ³
6	5 días	2,5 - 17,8 µg/m ³

1 y 5 días desde la aplicación del tratamiento que ha dado lugar al incidente, periodo de tiempo en el que, con una probabilidad elevada, no se ha hecho ninguna aplicación más de plaguicidas en el local afectado.

Estos niveles de clorpirifós en el aire, detectados en estos dos casos estudiados, en los que no se tenía constancia de una aplicación reciente de este producto, son significativamente superiores a los detectados por Whitmore et al. (1994) en viviendas de dos ciudades de los EE. UU. Estos investigadores analizaron a lo largo del año diversas viviendas estándar de dos ciudades de los EE. UU. y detectaron, entre otros plaguicidas, unos niveles de clorpirifós de 0,120-0,366 µg/m³ a Jacksonville (Florida) y de 0,005-0,009 µg/m³ en Springfield (Massachusetts).

3.1.1.3. CONSIDERACIONES A TENER EN CUENTA

Hay una serie de consideraciones generales que es importante tener en cuenta al interpretar las concentraciones de clorpirifós en el aire detectadas en los muestras efectuados, y los factores que han podido influir en los accidentes ocurridos.

En todos los incidentes investigados se habían hecho aplicaciones reiteradas de plaguicidas en el mismo local antes de la aplicación del plaguicida que desencadenó el incidente. Éste puede ser el motivo por el cual, en los casos en que no se declaró la aplicación de formulaciones con clorpirifós, se detectara igualmente este compuesto.

En muchos de los casos estudiados en que se detectó clorpirifós en el aire, se ha observado la presencia de materiales absorbentes (ropa, cartón, moquetas, etc.) en el interior del local tratado. Estos materiales podrían potenciar la absorción del producto durante su aplicación y la liberación posterior del clorpirifós en el aire en una fase posterior de volatilización.

Se ha observado también una relación entre la presencia de clorpirifós en el aire y la existencia de sistemas de calefacción y/o la aplicación del plaguicida en lugares muy próximos a estos sistemas de calefacción. También se ha observado una relación entre la presencia de clorpirifós en el aire y la puesta en funcionamiento de los sistemas de aire acondicionado.

3.1.1.4. EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE CLORPIRIFÓS DETECTADOS EN LOS ACCIDENTES ANALIZADOS

Se han comparado las concentraciones detectadas en los accidentes estudiados con algunos niveles establecidos por diversos organismos internacionales. A continuación se presentan los niveles de exposición laboral establecidos en España por el INSHT y en los EE. UU. por diversos organismos (tabla 8), los niveles de exposición ambiental determinados por la National Air Toxics Information Clearinghouse (NATICH) en 1992 en algunos estados de los EE. UU. (tabla 9) y el nivel aceptable de exposición diaria ambiental que determina el New York Department of Health (tabla 10).

Si bien muchos de los valores detectados en los casos estudiados no sobrepasan los niveles de exposición laboral de los EE. UU., sí que están por encima de los niveles de exposición ambiental determinados por la NATICH y también por encima del nivel de aceptación de exposición diaria ambiental que determina el New York Department of Health (1986).

En este sentido, cuando se valora la importancia de estos niveles de clorpirifós en el aire detectados en los accidentes estudiados, hay que indicar que, tal como

TABLA 8. Niveles de clorpirifós aceptados en ambientes laborales, determinados en España por el INSHT y en los EE. UU. por el ACGIH, el NIOSH y el NRC

Organismos	Tipo de exposición	Concentración ambiental aceptable	Fuente
INSHT	Niveles de exposición ocupacional (TLV-TWA)	0,20 mg/m ³	INSHT 2007
ACGIH	Niveles de exposición ocupacional (TLV-TWA)	0,10 mg/m ³	ACGIH 2006
NIOSH	Límites recomendados de exposición ocupacional (TWA)	0,20 mg/m ³	NIOSH 1992
	Límites recomendados de exposición ocupacional (STEL)	0,60 mg/m ³	NIOSH 1992
NRC	Límites ambientales máximos recomendados en las viviendas	10,00 µg/m ³	NAS/NRC 1982

ACGIH: American Conference of Governmental Industrial Hygienists.

NIOSH: National Institute of Occupational Safety and Health.

NRC: National Research Council.

NAS: National Academy of Sciences.

TABLA 9. Niveles ambientales interiores aceptables de clorpirifós, determinados por la NATICH de los EE. UU., 1992

Estado de los EE. UU.	Tiempo de exposición	Concentración ambiental aceptable
CT	8 horas	4,00 µg/m ³
FL-Pinella	8 horas	2,00 µg/m ³
	24 horas	0,48 µg/m ³
ND	8 horas	2,00 µg/m ³
	1 hora	6,00 µg/m ³
NV	8 horas	5,00 µg/m ³
TX	30 minutos	2,00 µg/m ³
	Anual	0,20 µg/m ³
VA	Anual	3,30 µg/m ³
WA-SWEST	24 horas	0,70 µg/m ³

TABLA 10. Nivel de aceptación de exposición diaria ambiental que determina el New York Department of Health (1986)

Estado de los EE. UU.	Tiempo de exposición	Concentración ambiental aceptable
NY	24 horas	1,00 µg/m ³ adultos
	24 horas	0,49 µg/m ³ niños

TABLA 12. Distribución por sexo de las personas atendidas

Sexo	Número de personas	Porcentaje
Mujeres	147	79,5%
Hombres	38	20,5%
Total	185	100,0%

se explica en el apartado de los efectos del clorpirifós sobre la salud, recientemente se ha determinado que las exposiciones continuas a bajos niveles de clorpirifós pueden generar otros efectos diferentes a los efectos colinérgicos estudiados hasta ahora y que determinaban los niveles aceptables de exposición ambiental.

3.1.2. EVALUACIÓN DE LOS EFECTOS SOBRE LA SALUD EN LAS PERSONAS IMPLICADAS EN LOS ACCIDENTES ANALIZADOS

La Sección de Medicina del CSCST de Barcelona, a petición de la Inspección de Trabajo, atendió a 185 personas de los seis accidentes estudiados anteriormente (tabla 11). Las personas atendidas son mayoritariamente mujeres, dado que representan un 79,5% (tabla 12), y el 66,6% de éstas tienen una edad comprendida entre 30 y 50 años (tabla 13). En la distribución por sexo y edad hay que tener presente que se trataba de trabajadores de las empresas donde se había producido el accidente.

Para identificar entre las personas implicadas a las sospechosas de estar afectadas por el tratamiento plaguicida, se les pasó el cuestionario Barcelona-Plaguici-

TABLA 11. Número de personas atendidas en los seis accidentes investigados

Caso	Número de personas	Porcentaje
1	2	1,1%
2	55	29,7%
3	61	33,0%
4	48	25,9%
5	13	7,0%
6	6	3,2%
Total	185	100%

TABLA 13. Distribución por edades de las personas atendidas

Edad	Número de personas	Porcentaje
Desconocida	7	3,8%
20-29	23	12,4%
30-39	57	30,8%
40-49	67	36,2%
50-59	24	13,0%
60-65	7	3,8%

des®, que permite la detección de casos sospechosos de afectación (sensibilidad 66,7%-78,0%, especificidad 82,7%-88,5%) y de casos sospechosos de gravedad (sensibilidad 63,1%-94,7%, especificidad 57,6%-87,9%). En la tabla 14 se presentan los 58 síntomas analizados en el cuestionario realizado a las 185 personas atendidas, que aparecieron con una prevalencia porcentual igual o superior al 20%, así como las alteraciones menstruales, con una prevalencia del 15%.

Las prevalencias sistémicas de las 185 personas atendidas, definidas con la sintomatología asignada por el cuestionario, se pueden observar en la tabla 15.

La evaluación final del cuestionario, con la estimación de la afectación global de las 185 personas atendidas, se presenta en la tabla 16.

Se puede observar que el 59,9% de las mujeres y el 42,1% de los hombres fueron sospechosos de afectación en diferentes grados. Hay que destacar que el 15%

TABLA 14. Semióticas tipificadas en el cuestionario Barcelona-Plaguicidas®, aparecidas en los casos estudiados, con una prevalencia porcentual superior al 20%, excepto las alteraciones menstruales

Semióticas	Número de personas	Porcentaje
Alteraciones del ritmo del sueño	114	61,6%
Irritación faríngea	112	60,5%
Cefaleas	106	57,3%
Ansiedad	105	56,8%
Irritación de la mucosa bucal	93	50,3%
Irritación ocular	85	45,9%
Irritación bronquial	73	39,5%
Astenia general	72	38,9%
Irritación nasal	71	38,4%
Mialgias	64	34,6%
Torpeza mental	64	34,6%
Dificultades de atención / concentración mental	62	33,5%
Trastornos gustativos	62	33,5%
Trastornos de la memoria	60	32,4%
Malestar general	59	31,9%
Prurito / irritación dérmica	58	31,4%
Depresión	53	28,6%
Trastornos olfatorios	50	27,0%
Dificultades respiratorias	48	25,9%
Dolores articulares	44	23,8%
Trastornos digestivos	41	22,2%
Bostezos	41	22,2%
Trastornos visuales	41	22,2%
Trastornos afásicos / disártricos del lenguaje	37	20,0%
Alteraciones menstruales (sobre 147 mujeres)	22	15,0%

de las mujeres y el 10,5% de los hombres eran sospechosos de afectación grave. Esta sospecha de afectación grave estaba definida por la presencia de más de 20 síntomas positivos (de los 58 analizados en el cuestionario). De estos síntomas, más de 5 eran síntomas positivos cardinales (de los 12 definidos) que afectaban más de seis sistemas semióticos (de los 14 definidos). A las personas sospechosas de afectación grave se les aconsejaba estudios específicos posteriores, que tenía que llevar a cabo la Unidad de Neurofisiología de referencia y que incluían estudios neurofisiológicos, neurocomportamentales y neuroendocrinos, entre otros.

3.2. IMPORTANCIA DE LOS TIPOS DE TRATAMIENTO COMO FACTOR DE RIESGO DE EXPOSICIÓN AL CLORPIRIFÓS

Uno de los aspectos más importantes que determinan el riesgo de exposición a un plaguicida es la manera cómo este producto es aplicado, que incluye la selección de la técnica de aplicación y el tipo de tratamiento en relación con su extensión. Se diferencian dos tipos: los tratamientos generalizados y los tratamientos dirigidos.

3.2.1. TRATAMIENTOS GENERALIZADOS

El tratamiento generalizado consiste en la aplicación de plaguicidas en grandes superficies del suelo, las pa-

redes, los techos o en tratamientos del aire. Este tipo de tratamientos habitualmente se efectúa mediante pulverización en forma de spray, nebulización, termonebulización o aerosol. A pesar de eso, la aplicación de plaguicidas con pincel o brocha, como las lacas u otros líquidos, la inyección de plaguicidas o la aplicación de formulaciones en polvo, mediante espolvoreo, también puede generar tratamientos generalizados (anexo III).

Los tratamientos generalizados de plaguicidas generan una dispersión elevada del producto, que se deposita sobre superficies que están expuestas y que, por lo tanto, da lugar a un riesgo mayor de exposición para las personas que ocupan el local donde son realizados.

En este sentido, las aplicaciones generalizadas de clorpirifós ya fueron reconocidas como un peligro importante para la salud pública a finales de los años 80 por el Department of Health Service of California (Knaak et al., 1987; Berteau et al., 1989). Fenske et al. (1990) demostraron que la aplicación generalizada de clorpirifós provocaba una dispersión del producto que generaba unos niveles ambientales de clorpirifós de 30 µg/cm³, 24 horas después de ser aplicado. Algunos estudios posteriores llevados a cabo por Gurunathan et al. (1998) pusieron de manifiesto que la aplicación generalizada de clorpirifós, efectuada por aplicadores profesionales en habitaciones experimentales, provocaba un residuo sobre diversas superficies (juguetes de niños, muebles, etc.) de 21 a 119 veces por encima

TABLA 15. Prevalencias sistémicas de las personas atendidas

Sistemas semióticos afectados	Número de personas	Porcentaje
Síntomas irritativos tegumentarios	148	80,0%
Síntomas neuropsíquicos atribuibles al SNC	139	75,0%
Síntomas disálgicos de la sensibilidad dolorosa	136	73,5%
Síntomas generales inespecíficos	102	55,1%
Síntomas disestésicos de los receptores sensoriales	95	51,4%
Síntomas de hiperactividad colinérgica secretora	69	37,3%
Síntomas disestésicos de los propioreceptores sensitivos	62	33,5%
Síntomas neuromusculares periféricos	61	33,0%
Síntomas digestivos	55	29,7%
Síntomas respiratorios	48	25,9%
Síntomas dérmicos no irritativos	38	20,5%
Síntomas urinarios	33	17,8%
Síntomas cardiovasculares	26	14,1%
Síntomas menstruales (sobre 147 mujeres)	22	15,0%

TABLA 16. Clasificación clínica pronóstica de las 185 personas evaluadas, según la encuesta Barcelona-Plaguicidas®

Tipo de afectación	Mujeres N.º de personas (%)	Hombres N.º de personas (%)	Totales N.º de personas (%)
No afectación	59 (40,1%)	22 (57,9%)	81 (43,8%)
Afectación leve	27 (18,4%)	5 (13,2%)	32 (17,3%)
Afectación moderada	39 (26,5%)	7 (18,4%)	46 (24,9%)
Afectación grave	22 (15,0%)	4 (10,5%)	26 (14,0%)
Total	147 (100%)	38 (100%)	185 (100%)

de la dosis de referencia admisible, de 3 µgr/kg/día de exposición de los niños. Hay que destacar que posteriormente a la aplicación del producto se ventiló durante un periodo de 4 horas, con un ventilador dirigido hacia las ventanas.

Estos resultados se pueden explicar por el hecho que el clorpirifós, como muchos otros plaguicidas semivolátiles, cuando es aplicado por pulverización en espray, inicialmente se distribuye en forma de partícula aerosolizada y posteriormente se dispersa como compuesto gaseoso. En esta fase gaseosa es cuando puede ser absorbido por diversas superficies. Gurunathan et al. (1998) demostraron en su estudio que el clorpirifós aplicado continuaba liberándose en forma de gas y se depositaba sobre superficies a las que no se había aplicado directamente, como muebles o juguetes de los niños presentes en las habitaciones, como mínimo dos semanas después de la aplicación generalizada de este producto.

En vista de estos estudios científicos, en los años 90 se limitaron en los EE. UU. las aplicaciones generalizadas de los plaguicidas con clorpirifós. Esta limitación fue aceptada voluntariamente por los principales productores de clorpirifós, que reconocían que el tratamiento generalizado no era una técnica adecuada para la aplicación de este producto, ya que genera una deposición directa en áreas en contacto directo con las personas

que ocupan el local tratado y puede provocar la volatilización posterior, con una subsiguiente deposición indirecta del producto en áreas no deseables (Gibson et al., 1998).

Las aplicaciones mediante pulverizaciones en forma de aerosoles, nebulizaciones y termonebulizaciones están consideradas la máxima expresión de un tratamiento generalizado; por lo tanto, como se ha indicado anteriormente, representan el mayor exponente de los riesgos de exposición que pueden generar este tipo de tratamiento. Este aspecto también ha sido señalado por otros investigadores en aplicaciones de aerosoles de clorpirifós (Lu y Fenske, 1998) o en termonebulizaciones (*foggers*) (Ross et al. 1990).

La aplicación de clorpirifós a grandes extensiones mediante inyección en estructuras o mobiliario de madera, o en los cimientos de una edificación, para el control de carcomas o termitas, puede generar una situación parecida a los tratamientos generalizados mediante pulverización. Wright et al. (1988, 1991 y 1994) comprobaron que la impregnación con clorpirifós de estructuras como madera u otros materiales porosos, para el control de termitas, puede provocar una liberación posterior del producto aplicado y generar una presencia de clorpirifós en el aire y el suelo de la edificación tratada, durante un periodo de entre dos y ocho años después de la aplicación.

Finalmente, la aplicación de un plaguicida en forma de polvo, mediante el espolvoreo sobre grandes superficies, puede generar una deposición del producto sobre las superficies expuestas que generen un contacto directo con los ocupantes del local. En este tipo de tratamiento, el plaguicida depositado en forma de polvo se puede resuspender en el aire por la misma actividad que se pueda desarrollar en el local tratado o por sus características (sistemas de climatización, etc.), y generar los riesgos de exposición que se ha señalado anteriormente para los tratamientos generalizados con pulverización.

3.2.2. TRATAMIENTOS DIRIGIDOS

Los tratamientos dirigidos implican la aplicación de plaguicidas en pequeñas áreas, y lugares que queden fuera del alcance de las personas. Se consideran tratamientos dirigidos las aplicaciones en grietas y rendijas, las aplicaciones puntuales y las aplicaciones de cebos (anexo III).

La aplicación de plaguicidas en tratamientos dirigidos, utilizados en el control de plagas de insectos, generalmente producen una menor cantidad de residuos en el aire y sobre las superficies expuestas, en comparación con los tratamientos generalizados (Byrne et al., 1998, Davis y Ahmed, 2005). No obstante, algunos estudios recientes realizados por Hore et al. (2005) indican que se pueden detectar pequeñas cantidades de clorpirifós en el aire (2,2 y 816 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) dos semanas después de una aplicación en grietas y rendijas. Estos autores también comprobaron que los juguetes de peluche presentes en las habitaciones donde se hizo este tipo de tratamiento presentaban una concentración de clorpirifós de 7,3 a 1.949 ng/juguete, después de la aplicación, y que su concentración aumentaba a lo largo de dos semanas y demostraba un proceso acumulativo de absorción/adsorción del clorpirifós por las superficies después de este tipo de aplicación dirigida.

4. CONCLUSIONES

El primer aspecto que hay que considerar de forma genérica para todos los plaguicidas químicos, y muy especialmente para los organofosforados, es que, atendiendo a sus propiedades intrínsecas biocidas pueden implicar riesgos para las personas. Para evitar estos riesgos es imprescindible que se utilicen racional y adecuadamente. Eso significa que hay que considerar de forma integrada todas las medidas apropiadas de control de plagas (físicas, biológicas, químicas biorracionales o de otro tipo), a fin de que se limite al mínimo necesario el uso de estos productos. También es necesario no utilizarlos de forma preventiva ni sistemática.

Sin embargo, el riesgo específico del clorpirifós, a causa de sus características toxicológicas particulares y la capacidad de dispersión y persistencia después de

aplicarlo -como se ha evidenciado en este estudio-, permite concluir que era necesario establecer un proceso de minimización especial de uso de los preparados insecticidas con clorpirifós. Esta minimización se debía centrar en evitar, durante la aplicación, la dispersión del producto en el aire o sobre superficies que después puedan entrar en contacto con las personas, y muy especialmente los niños, las mujeres embarazadas o las mujeres en periodo de lactancia.

Es por este motivo que uno de los mayores riesgos que podía entrañar la utilización de clorpirifós era su aplicación en tratamientos generalizados (anexo III) mediante técnicas de dispersión, como las aplicaciones en forma de aerosoles, nebulizaciones y termonebulizaciones, u otros tipos de pulverización que impliquen una amplia dispersión del producto, el pincelado, el espolvoreo y la dispersión de gránulos, la inyección en estructuras o mobiliario de madera o en los cimientos de una edificación, o las pinturas insecticidas (anexo II). Esto era importante en la utilización de preparados autorizados exclusivamente para uso por personal especializado, aplicados por lo tanto por las empresas de servicios a terceros, pero muy especialmente en aquellos preparados autorizados para uso doméstico o para ser utilizado por la población general. La aplicación de estos productos plaguicidas por personal sin capacitación específica añade un factor de riesgo importante al que ya implica cualquier aplicación de plaguicidas.

Una aplicación que podía suponer un riesgo algo menor era la utilización de preparados con clorpirifós en tratamientos dirigidos siempre y cuando quedase limitada a tratamientos en grietas y rendijas (anexo III),

Como se ha comentado anteriormente, desde el 22 de agosto de 2008 el clorpirifós no está autorizado por el MSC para formular preparados plaguicidas de uso ambiental y en la industria alimentaria. Sin embargo, cabe señalar que el clorpirifós es un producto insecticida que continua utilizándose como producto fitosanitario. En el año 2010 el clorpirifós forma parte de 73 preparados fitosanitarios; 2 de ellos en el ámbito de utilización de parques y jardines y 11 en jardinería exterior doméstica. Por ello sería conveniente tener en cuenta las consideraciones presentadas en este estudio en relación a la aplicación de estos plaguicidas fitosanitarios con clorpirifós, cuando su utilización pueda afectar espacios urbanos y asimilables, de concurrencia o presencia humana, como son los tratamientos en parques y jardines o en jardinería exterior doméstica, con el fin de minimizar el riesgo de exposición de las personas.

Asimismo, se debería tener también en cuenta estas consideraciones en los tratamientos fitosanitarios con clorpirifós que se llevan a cabo en invernaderos, ya que por el hecho de ser espacios cerrados pueden presentar ciertas similitudes con los tratamientos plaguicidas que se efectúan en locales y edificios.

5. AGRADECIMIENTOS

Al señor Carles Ticó, representante de ADELMA (Asociación de Empresas de Detergentes y de Productos de Limpieza, Mantenimiento y Afines), por sus aportaciones dentro del grupo de trabajo de Control Integrado de Plagas Urbanas.

A la Subdirección de Sanidad Ambiental, de la Dirección General de Salud Pública, del Ministerio de Sanidad y Consumo, por sus aportaciones con relación al Registro de Plaguicidas.

6. REFERENCIAS

- Alavanja MC, Dosemeci M, Samanic C, Lubin J, Lynch CF, Knott C, Barker J, Hoppin JA, Sandler DP, Trailla J, Thomas K, Blair A. Pesticidas and lung cancer risk in the agricultural health study cohorte. *Am J Epidemiol*. 2004 Nov 1;160(9):876-85.
- Berkowitz G, Wetmur J, Birman-Deych E, Obel J, Lapinski R, Godbold J, Holzman I, Wolff M. In utero pesticide exposure, maternal paraoxonase activity, and head circumference. *Environ Health Perspect*. 2004;112:388-91.
- Berteau PE, Knaak JB, Mingle DC. Insecticide absorption from indoor surfaces: hazard assessment and regulatory requirements. A: Biological monitoring for pesticide exposure (Wang RGM, Franklin CASA, Honeycutt RC, Reinerte JC, ed). ACS Symposium Series No 382, Washington, DC: Am Chem Soc. 1989;315-26.
- Bretveld R, Thomas C, Scheepers P, Zielhuis G, Roeleveld N. Pesticide exposure: ¿the hormonal function of the female reproductive system disrupted? *Reprod Biol Endocrinol*. 2006;4:30-53.
- Byrne SL, Shurdut BA, Saunders DG. Potential chlorpyrifos exposure to residents following standard crack-and-crevice treatment. *Environ Health Perspect*. 1998;106(11):725-31.
- Chanda SM, Pope CN. Neurochemical and neurobehavioral effects of repeated gestational exposure to chlorpyrifos in maternal and developing rats. *Pharmacol Biochem Behav*. 1996;53:771-6.
- Davis DL, Ahmed AK. Exposures from indoor spraying of chlorpyrifos pose greater health risks to children than currently estimated. *Environ Health Perspect*. 1998;106(6):299-301.
- Dick RB, Steenland K, Krieg EF, Hines CJ. Evaluation of acute sensory-motor effects and test sensitivity using termiticide workers exposed to chlorpyrifos. *Neurotoxicol Teratol*. 2001 Jul-Aug; 23(4):381-93.
- Fenske RA, Black KG, Elkner KP, Lee CL, Methner MM, Soto R. Potential exposure and health risk of niños following indoor residential pesticide applications. *Am J Public Health*. 1990;80(6):689-93.
- Fukuda K, Straus SE, Hickie I, Sharpe MC, Dobbins JG, Komaroff A. The chronic fatigue syndrome: an comprehensive approximation to its definition and study. International Chronic Fatigue Syndrome Study Group. *Ann Intern Med*. 1994 Dec 15;121(12):953-9.
- García S, Seidler F, Slotkin T. Developmental neurotoxicity elicited by prenatal or postnatal chlorpyrifos exposure: effects of neurospecific proteins indicate changing vulnerabilities. *Environ Health Perspect*. 2003;111:297-303.
- Gibson JE, Peterson RK, Shurdut BA. Human exposure and risk from indoor use of chlorpyrifos. *Environ Health Perspect*. 1998;106(6):303-6.
- Greenlee A, Ellis T, Berg R. Low-dose agrochemicals and lawn-care pesticides induce developmental toxicity in murine preimplantation embryos. *Environ Health Perspect*. 2004;112:703-9.
- Gurunathan S, Robson M, Freeman N, Buckley B, Roy A, Meyer R, Bukowski J, Liroy PJ. Accumulation of chlorpyrifos on residential surfaces and toys accessible to children. *Environ Health Perspect*. 1998;106(1):9-16.
- Hore P, Robson M, Freeman N, Zhang J, Wartenberg D, Özkaynak H, Tulve N, Sheldon L, Needham L, Barr D, Liroy PJ. Chlorpyrifos accumulation patterns for child-accessible surfaces and objects and urinary metabolite excretion by children for 2 weeks after crack-and-crevice application. *Environ Health Perspect*. 2005;113(2):211-9.
- Knaak JB, Schreider J, Berteau PE. Hazard assessment of indoor use of chlorpyrifos, dichlorvos, propoxur and other organophosphates and N-methyl carbamates. Worker Health and Safety Branch Report No.HS-1423. Sacramento, CASA: California Department of Food and Agriculture.
- Lee W, Blair A, Hoppin J, Lubin J, Rusiecki J, Sandler D, Dosemeci M, Alavanja M. Cancer incidence among pesticide applicators exposed to chlorpyrifos in the Agricultural Health Study. *J Natl Cancer Inst*. 2004;96:1781-9.
- Lu C, Fenske A. Air and surface chlorpyrifos residues following residential broadcast and aerosol pesticide applications. *Environmental Sciences and Technology* 1998;32:1386-90.
- Makris S, Raffaele K, Sette W, Seed J. En retrospective analysis of twelve developmental neurotoxicity studies submitted to the USEPA Office of Prevention, Pesticides and Toxic Substances (OPPTS). Washington, MI. OS Environmental Protection Agency, 1998. Disponible: <http://www.epa.gov/scipoly/sap/1998/december/neuro.pdf>.
- Moreno A, Madeira V. Interference of parathion with mitochondrial bioenergetics. *Biochim Biophys Acta*. 1990;1015:361-7.
- NY State Department of Environmental Conservation. Draft Environmental Impact Statement of Amendments to the Pesticides Aldrin, Chlordane, Chlorpyrifos, Dieldrin and Heptachlor. Bureau of Pesticides Management. Albany, NY. pp: 206-246.
- Obiols J. Control biológico de los trabajadores expuestos a contaminantes químicos. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT). Madrid, 1998.
- O'Brien M. Chlorpyrifos. *J Pesticide Reform*. 1989; 8(4):42-4.
- Ortega JA, Ferreros J, Canovas A, Apolinar E, Crehuà E, García J, Carmona M. Neurotóxicos medioambientales (I). Pesticidas: efectos adversos en el sistema nervioso fetal y postnatal. *Acta Pediatr Esp*. 2005;63:140-9.
- Qiao D, Seidler F, Slotkin T. Developmental neurotoxicity of chlorpyrifos modeled in vitro: comparative effects of metabolites and other cholinesterase inhibitors on DNA synthesis in PC12 and C6 cells. *Environ Health Perspect*. 2001;109:909-13.
- Qiao D, Seidler F, Padilla S, Slotkin T. Developmental neurotoxicity of chlorpyrifos: ¿What is the vulnerable period? *Environ Health Perspect*. 2002;110:1097-103.
- Qiao D, Seidler F, Tate C, Cousins M, Slotkin T. Fetal chlorpy-

- rifos exposure: adverse effects donde brain cell development and cholinergic biomarkers emerge postnatally and continue into adolescence and adulthood. *Environ Health Perspect.* 2003;111:536-44.
- Richardson RJ. Assessment of the neurotoxic potential of chlorpyrifos relative to other organophosphorus compounds: en critical review of the literature. *J Toxicol Environ Health.* 1995;44: 135-65.
- Ross J, Thongsinthusak T, Fong HR, Margetich S, Krieger R. Measuring potential dermal transfer of surface pesticide residues generated from indoor fogger use: an interim report. *Chemosphere* 20:349-360.
- Steenland K, Dick R, Howell R, Chrislip D, Hines C, Reid T, Lehman E, Laber P, Krieg E Jr, Knott C. Neurologic function among termiticide applicators exposed to chlorpyrifos. *Environ Health Perspect.* 2000;108:293-300.
- Thrasher JD, Heuser G, Broughton A. Immunological abnormalities in humans chronically exposed to chlorpyrifos. *Arch Environ Health.* 2002;57(3):181-7.
- Tian Y, Ishikawa H, Yamaguchi T, Yamauchi T, Yokoyama K. Teratogenicity and developmental toxicity of chlorpyrifos Maternal exposure during organogenesis in mice. *Reprod Toxicol.* 2005;20:267-71.
- Valles-Llobet C. Consecuencias clínicas en corto, medio y largo plazo de fumigaciones en lugares de trabajo. *Cuadernos-cabezas.* 2000;29:42-6
- Whitmore RW, Immerman FW, Camann DE, Bond AE, Lewis BG, Schaum JL. Non-occupation exposures to pesticides for residents of two U.S. cities. *Arch Environ Contam Toxicol.* 1994;26:47-59.
- Whyatt RM, Camann D, Peral F, Rauh V, Tang D, Kinney P, Garfinkel R, Andrews H, Hoepner L, Barr D. Biomarkers in assessing residential insecticide exposures during pregnancy and effects on fetal growth. *Toxicol Appl Pharmacol.* 2005;206:246-54.
- Wright CG, Leidy RB, Dupree HE Jr. Chlorpyrifos in the ambient air of houses treated for termites. *Environ Contam Toxicol.* 1988;40:561-8.
- Wright CG, Leidy RB, Dupree HE Jr. Chlorpyrifos in the ambient air and soil of houses four years after its application for termites control. *Environ Contam Toxicol.* 1991;46:686-9.
- Wright CG, Leidy RB, Dupree HE Jr. Chlorpyrifos in the ambient air and soil of houses eight years after its application for termites control. *Environ Contam Toxicol.* 1994;52:131-4.

ANEXO I

TIPOS DE FORMULACIONES DE PLAGUICIDAS

En relación con este trabajo, definimos las siguientes formulaciones de plaguicidas:

FORMULACIONES LÍQUIDAS

CONCENTRADOS EMULSIONABLES (CE)

El ingrediente activo se encuentra en forma de disolución concentrada en el que generalmente el disolvente es orgánico (no acuoso), casi siempre de tipo oleoso. Acostumbran a tener coadyuvantes (como los emulsionables), que hacen posible que pequeñas gotas de la solución orgánica se suspendan en el agua y formen la emulsión.

SOLUCIONES LÍQUIDAS (SL)

En este tipo de formulación el ingrediente activo se disuelve completamente en agua o en un disolvente orgánico. El resultado es una solución homogénea que no se separa o desestabiliza.

FLOABLES (FO)

El ingrediente activo es un sólido que se mezcla con líquidos e ingredientes inertes para formar suspensiones.

ULTRA BAJO VOLUMEN (UL)

Estas formulaciones contienen concentraciones de ingrediente activo elevadas. Están diseñadas para que sean utilizadas en estas concentraciones o diluidas en pequeñas cantidades de diluyentes específicos.

MICROENCAPSULADOS (M)

Son partículas sólidas o líquidas de plaguicida rodeadas de una cubierta de polímeros. En la formulación normalmente se incluye algún dispersante, que ayuda a mantener las cápsulas en suspensión cuando se hace la dilución posterior en agua.

LÍQUIDO PRESURIZADO (LP) (AEROSOL)

Se habla en forma coloquial de aerosol, aunque este concepto se reserva a la medida de la partícula, es decir, la técnica de aplicación. Por este motivo, y para evitar confusiones, se utiliza el término líquido presurizado, ya que la característica de éstos es que el plaguicida está contenido en un recipiente con un gas a presión. Estas formulaciones acostumbra a ser una solución con disolvente orgánico, en el interior de un recipiente donde hay un gas propelente bajo presión.

LACAS (LA)

El ingrediente activo generalmente está disuelto en disolventes orgánicos. Al secarse, se forma una película resistente al agua. El ingrediente activo se va desprendiendo poco a poco y da una elevada persistencia a la formulación.

FORMULACIONES SÓLIDAS

POLVO DE ESPOLVOREO (PE)

Generalmente consiste en una mezcla de la materia activa con algún tipo de coadyuvante como el talco, las arcillas o las cenizas, para ser utilizado directamente mediante espolvoreo.

POLVO MOJABLE (PM)

Normalmente es polvo impregnado de insecticida concentrado con algún agente humectante que ayuda a que las partículas se suspendan al ser diluida en agua.

POLVO SOLUBLE (PS)

La formulación en polvo soluble cuando se mezcla con agua forma una verdadera disolución del plaguicida.

GRANULADOS (G)

Formulaciones con un ingrediente activo y material inerte absorbente, como arcillas, vermiculitas, etc., que constituyen los gránulos. El tamaño de los gránulos puede ir desde las 100 a las 6.000 micras. Los granulados se pueden dividir en grupos, según su medida:

- Microgránulos (entre 100 y 200 μm).
- Gránulos (entre 200 y 2.000 μm).
- Macrogránulos ($> 2.000 \mu\text{m}$).

GRANULADOS MOJABLES (GM)

Las formulaciones en granulados mojables son parecidas a las formulaciones de polvo mojable; la diferencia está en la medida de las partículas.

CEBOS (E)

Preparado plaguicida en forma de líquido, gel o sólido, que consiste en una mezcla de un atrayente (generalmente alimentario) y un plaguicida, utilizado para atraer y matar individuos cuando ingieren el cebo.

FUMIGANTES (FU)

El ingrediente activo se gasifica durante la aplicación. No hace falta que estén formulados como tales. Así, se pueden presentar en forma sólida (como granulados o tabletas).

FUMÍGENOS (FG)

El principio activo del plaguicida se mezcla con sustancias comburentes y combustibles y, mediante una reacción exotérmica, se produce un humo que transporta el ingrediente activo.

ANEXO II

TIPOS DE TÉCNICAS DE APLICACIÓN DE PLAGUICIDAS

En relación con este trabajo, definimos las siguientes técnicas de aplicación de plaguicidas:

1. PULVERIZACIÓN

Aplicación de un plaguicida líquido mediante su fragmentación en pequeñas gotas. En función de la medida de la gota producida se puede diferenciar:

- 1.1. **ESPRAY:** Aplicación de un plaguicida líquido al que se fuerza a salir por un agujero muy pequeño (boquilla). Entonces se divide en pequeñas gotas. La medida de la gota depende de la presión que se ejerza y de la medida de la abertura de la boquilla. Por lo tanto, los esprays se diferencian entre esprays de gota fina (101-200 μm de diámetro), de gota media (201-400 μm) y de gota gruesa (> 400 μm).
- 1.2. **NEBULIZACIÓN:** Aplicación de un plaguicida líquido mediante la fragmentación del producto en gotas entre 51-100 μm de diámetro, lo cual da lugar a partículas que se distribuyen en un volumen relativamente grande y forman una niebla.
- 1.3. **TERMONEBULIZACIÓN:** Aplicación de un plaguicida líquido sometido a una elevada temperatura que da como resultado una niebla seca formada por pequeñas gotas de unos 10 μm de diámetro.
- 1.4. **AEROSOL:** Aplicación de un plaguicida líquido mediante su fragmentación en gotas muy pequeñas de entre 0,1 μm y 50 μm .

2. FUMIGACIÓN

Aplicación de un plaguicida en forma de gas a la atmósfera de una área cerrada.

3. INYECCIÓN

Aplicación de un plaguicida a determinada presión para penetrar dentro de estructuras y materiales como paredes, maderas, etc.

4. PINCELADO

Técnica de aplicación en la que el plaguicida es aplicado directamente con un pincel o brocha sobre la zona que se quiere tratar.

5. ESPOLVOREO Y DISPERSIÓN DE GRÁNULOS

Dispersión homogénea de un plaguicida en forma de polvo o gránulos.

6. COLOCACIÓN DE CEBO

Aplicación de un plaguicida en forma de cebo.

ANEXO III

TIPOS DE TRATAMIENTOS PLAGUICIDAS

En relación con este trabajo, definimos los siguientes tipos de tratamientos plaguicidas en base a su extensión:

1. TRATAMIENTOS DIRIGIDOS

Los tratamientos dirigidos implican la aplicación de plaguicidas en pequeñas áreas, y en lugares que queden fuera del alcance de las personas. Se consideran tratamientos dirigidos:

- **Aplicaciones en grietas y rendijas.** Tratamiento dirigido consistente en aplicaciones de pequeñas cantidades de insecticida en el interior de grietas o rendijas donde se refugian los insectos. Algunos ejemplos podrían ser: juntas de dilatación de la edificación, espacios entre diferentes estructuras de la edificación o entre los equipos o el mobiliario y el suelo. Son también tratamientos de grietas y rendijas la aplicación de plaguicidas en el interior de cavidades de paredes, conductos eléctricos, cavidades donde se alojan los motores, cajas de conexiones eléctricas o cajas de interruptores.
- **Aplicaciones puntuales.** Tratamiento dirigido consistente en aplicaciones discontinuas o puntuales de plaguicidas en las áreas donde es probable que se encuentren los insectos. En este tipo de aplicación un "punto" tratado no puede exceder de 0,25 m^2 (p. ej. un cuadrado de 50x50 cm). Los puntos tratados no tienen que entrar en contacto con alimentos o utensilios ni otros lugares que puedan entrar fácilmente en contacto con las personas que hacen uso del edificio o local, habitan o trabajan. Estas áreas se pueden encontrar en el suelo, en las paredes, en el sótano, en los cimientos de la edificación, etc.
- **Aplicaciones de cebos.** El uso de cebos se puede considerar un tipo característico de tratamiento dirigido, ya que no se hace una dispersión del cebo sino que se encuentra limitado a un punto concreto (estaciones portacebos) donde la plaga es atraída, para que entre en contacto con el plaguicida.

2. TRATAMIENTOS GENERALIZADOS

Es la aplicación de plaguicidas en grandes superficies del suelo, las paredes o los techos, o en tratamientos del aire. El producto aplicado se depositará sobre superficies expuestas.

**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 S. L.
C/ Marqués de la Valdavia, 107 · 28100 Alcobendas (MADRID)
Telf: 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 S. L.

C/ Marqués de la Valdavia, 107 · 28100 Alcobendas (MADRID)

Telf: 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 seis figuras y seis tablas. Es aconsejable que el número de autores no sobrepase los seis.

• Colaboraciones especiales

El texto tendrá una extensión máxima de 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

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, pueden 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, editores. Hypertension: pathophysiology, diagnosis and management. 20 ed. Nueva York: Raven Press;1995. p. 465-78.

• Actas de conferencias

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

• Documentos legales

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

• Internet

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

• 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 éste 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.

SOCIEDAD ESPAÑOLA  DE SANIDAD AMBIENTAL

<http://sanidadambiental.com>