



UTILIZACIÓN DE PLAGUICIDAS EN LAS ASOCIACIONES DE TRATAMIENTOS INTEGRADOS EN AGRICULTURA DE LA REGIÓN DE MURCIA



UTILIZACIÓN DE PLAGUICIDAS EN LAS ASOCIACIONES DE TRATAMIENTOS INTEGRADOS EN AGRICULTURA DE LA REGIÓN DE MURCIA

JOSÉ SANZ NAVARRO

Autor: José Sanz Navarro

Diseño de portada: Akira Sanz Takeuchi

Edita: Consejería de Sanidad Región de Murcia

Dirección General de Salud Pública

Servicio de Sanidad Ambiental

I.S.B.N.: 978-84-96994-14-0

Depósito legal: MU 1787-2008

PRESENTACIÓN

Con la publicación de la presente Monografía de Sanidad Ambiental, dedicada a los plaguicidas empleados en la Región de Murcia por las Asociaciones de Tratamientos Integrados en Agricultura, se siguen abordando desde esta Consejería de Sanidad diferentes temas que tienen una relación directa con la salud pública. Tal es el caso de los plaguicidas y su influencia sobre la salud y el medio ambiente. Desde hace bastantes años se conoce que ciertas sustancias químicas, entre las que se encuentran algunos plaguicidas, pueden alterar la función del sistema endocrino y, consecuentemente, causar efectos adversos para la salud en un organismo intacto o en su progenie. Se sabe también que los plaguicidas pueden afectar a los trabajadores agrícolas y a la población general, con consecuencias de diferente gravedad para la salud.

Para comprender la importancia de este trabajo sólo hemos de recordar las desafortunadas experiencias pasadas con algunos plaguicidas como aldrín, dieldrín o DDT, sustancias que forman parte, junto con los PCB's, dioxinas y furanos, de la llamada "docena sucia" de los compuestos orgánicos persistentes (COP). Estos compuestos, con semivida superior a los seis meses, son muy persistentes en el medio ambiente y se bioacumulan en la cadena trófica, afectando a la salud de los organismos que se encuentran en la cúspide de la cadena alimentaria, como el hombre.

Teniendo en cuenta la peligrosidad que estos productos pueden presentar para el medio ambiente y la salud pública, diversos organismos nacionales e internacionales han emprendido acciones para minimizar los riesgos; legislando para regular el uso o prohibición de estas sustancias; promoviendo actividades de formación para los aplicadores de estos plaguicidas; o realizando campañas de información al público para evitar los riesgos para la salud.

Este trabajo pretende conocer qué plaguicidas se utilizan en nuestra Región, su toxicidad para el hombre y el riesgo potencial que pueden representar para los suelos y aguas subterráneas de nuestro entorno.

Francisco José García Ruiz
Director General de Salud Pública

ABSTRACT

The pesticides most used by the Associations for Treatments Integrated to Agriculture are studied, with the purpose of knowing what pesticides must be analyzed to guarantee the potability of water of consumption in the Region of Murcia. For the more used 10 pesticides of each group (insecticide, fungicides and herbicides) and the 4 fumigants of ground used, his potential risk of underground water pollution and its toxicity for people are studied. Of the insecticides studied only malathion presents risk of pollution. The potentially polluting fungicides are the metalaxyl, fenarimol, azoxystrobin and cymoxanil. The herbicides with risk of pollution are paraquat, MCPA, diquat, terbuthylazine, to fluroxypyr and diuron. The ground fumigants, chloropicrin, metam-sodium, 1,3-dichloropropene and methyl bromide, present pollution risk. In the lists of carcinogen humans of the IARC, there are only included the following studied pesticides: malathion and methyl bromide (Group 3); MCPA and 1,3-dichloropropene (Group 2B).

RESUMEN

Se estudian los plaguicidas más utilizados por las Asociaciones para Tratamientos Integrados en Agricultura, con la finalidad de conocer qué plaguicidas deben analizarse para garantizar la potabilidad del agua de consumo en la Región de Murcia. Para los 10 plaguicidas más utilizados de cada grupo (insecticidas, fungicidas y herbicidas) y los 4 fumigantes de suelo empleados, se estudia su riesgo potencial de contaminación de aguas subterráneas y su toxicidad para el hombre. De los insecticidas estudiados sólo el malation presenta riesgo de contaminación. Los fungicidas potencialmente contaminantes son: metalaxil, fenarimol, azoxistrobin y cimoxanilo. Los herbicidas con riesgo de contaminación son paracuat, MCPA-ácido, dicuat, terbutilazina, fluroxipir y diuron. Los fumigantes del suelo, cloropicrina, metam-Na, 1,3-dicloropropeno y bromuro de metilo, presentan riesgo de contaminación. En las listas de carcinógenos humanos de la IARC, solamente están incluidos los plaguicidas estudiados: malatión y bromuro de metilo (Grupo 3); MCPA-ácido y 1,3-dicloropropeno (Grupo 2B).

AGRADECIMIENTOS

Deseo expresar en primer lugar mi agradecimiento a mi familia por soportar las largas horas de trabajo frente al ordenador y por haberles quitado ese tiempo de atención y de ayuda familiar.

A mi tutor, Dr. Francisco Victoria, por sus sugerencias y aportaciones en la redacción científica de la presente memoria.

Al Dr. Pedro José Bernal González, amigo del alma y compañero, que con su dilatada experiencia en publicaciones internacionales, ha realizado agudas observaciones en los aspectos científicos que me han permitido mejorar sustancialmente la redacción inicial de la presente memoria.

A D. Félix Talavera Martínez, por haberme servido de ayuda en la relación con los técnicos de la Consejería de Agricultura y Agua de la Región de Murcia y por su apoyo en la recopilación de datos.

A Dña. Rosa López Casares por sus aportaciones en la revisión del texto.

A Dña. Verónica Bernal Martínez, por su ayuda inestimable en la resolución de problemas y dudas con el procesador de textos.

Al Centro de Tecnológico de Información y Documentación Sanitaria de la Consejería de Sanidad, por facilitarme toda la bibliografía que les solicité.

A la Consejería de Sanidad por el apoyo en la financiación de esta memoria.

TABLA DE CONTENIDO

PRESENTACIÓN	III
ABSTRACT	V
AGRADECIMIENTOS	VII
TABLA DE CONTENIDO	VIII
LISTA DE TABLAS	XI
LISTA DE FIGURAS	XII
LISTA DE APENDICES	XIII
GLOSARIO	XIV
1 INTRODUCCIÓN	15
1.1 CONTEXTO HISTÓRICO, ECONÓMICO Y DEMOGRÁFICO DE LA REGIÓN DE MURCIA	15
1.1.1 Bosquejo histórico	15
1.1.2 Bosquejo económico y demográfico	17
1.2 PLAGUICIDAS	20
1.2.1 Definiciones	20
1.2.2 Clasificación de los plaguicidas	23
1.2.3 Consumo de plaguicidas. -	25
1.2.4 Plaguicidas y medio ambiente	26
1.2.5 Contaminación de aguas subterráneas por plaguicidas	32
1.2.6 Plaguicidas y salud	34
1.2.7 Regulación del uso de fitosanitarios	39
2 OBJETIVOS:	41
3 MATERIAL Y MÉTODOS	44
3.1 FUENTES DE INFORMACIÓN	44
3.2 METODOLOGÍA	44
4 RESULTADOS	49
4.1 INSECTICIDAS	49
4.1.1 Fenitrotión	49
4.1.2 Clorpirifos	49
4.1.3 Acrinatrín	50
4.1.4 Fenbutaestán	50
4.1.5 Lambda cihalotrín	50
4.1.6 Piriproxifen	50
4.1.7 Malatión	51
4.1.8 Hexitiazox	51
4.1.9 Carbosulfan	51
4.1.10 Triclorfon	51
4.2 FUNGICIDAS	52
4.2.1 Mancozeb	52
4.2.2 Cimoxanilo	52
4.2.3 Azufre	52
4.2.4 Oxicloruro de cobre	52
4.2.5 Penconazol	53
4.2.6 Metalaxil	53
4.2.7 Fenarimol	53
4.2.8 Azoxistrobin	53

4.2.9	Carbendazima.....	54
4.2.10	Flusilazol.....	54
4.3	HERBICIDAS.....	54
4.3.1	Glifosato.....	54
4.3.2	Paraquat.....	54
4.3.3	MCPA Acido.....	55
4.3.4	Oxifluorfen.....	55
4.3.5	Pendimetalina.....	55
4.3.6	Glufosinato amónico.....	55
4.3.7	Dicuat.....	56
4.3.8	Terbutilazina.....	56
4.3.9	Fluroxipir.....	56
4.3.10	Diuron.....	56
4.4	OTROS PLAGUICIDAS.....	57
4.4.1	Cloropicrina.....	57
4.4.2	Metam Na/K.....	57
4.4.3	1,3-Dicloropropeno.....	57
4.4.4	Bromuro de metilo.....	57
5	DISCUSIÓN.....	59
5.1	INSECTICIDAS.....	59
5.1.1	Fenitroton.....	59
5.1.2	Clorpirifos.....	60
5.1.3	Acrinatrín.....	61
5.1.4	Fenbutaestan.....	61
5.1.5	Lambda cihalotrin.....	62
5.1.6	Piriproxifen.....	63
5.1.7	Malation.....	63
5.1.8	Hexitiazox.....	63
5.1.9	Carbosulfan.....	64
5.1.10	Triclorfon.....	64
5.2	FUNGICIDAS.....	64
5.2.1	Mancozeb.....	64
5.2.2	Cimoxanilo.....	65
5.2.3	Azufre.....	65
5.2.4	Oxicloruro de cobre.....	66
5.2.5	Penconazol.....	66
5.2.6	Metalaxil.....	67
5.2.7	Fenarimol.....	67
5.2.8	Azoxistrobin.....	68
5.2.9	Carbendazima.....	68
5.2.10	Flusilazol.....	69
5.3	HERBICIDAS.....	69
5.3.1	Glifosato.....	69
5.3.2	Paraquat.....	70
5.3.3	MCPA Acido.....	70
5.3.4	Oxifluorfen.....	71
5.3.5	Pendimetalina.....	71
5.3.6	Glufosinato amónico.....	72
5.3.7	Dicuat.....	72
5.3.8	Terbutilazina.....	73

5.3.9	Fluroxipir	73
5.3.10	Diuron	74
5.4	OTROS PLAGUICIDAS	75
5.4.1	Cloropicrina	75
5.4.2	Metam Na/K	76
5.4.3	1,3-Dicloropropeno.....	76
5.4.4	Bromuro de metilo.....	76
5.5	DISCUSIÓN FINAL	77
6	CONCLUSIONES.....	81
	TABLAS.....	83
	FIGURAS.....	107
	APENDICES	109
	LITERATURA CITADA:	113

LISTA DE TABLAS

Tabla 1.- Superficies cultivadas Región de Murcia. Año 2005	83
Tabla 2.- Población ocupada por sectores económicos (miles de personas). Región de Murcia. Año 2005.	84
Tabla 3.- Evolución de los regadíos en la Cuenca del Segura.....	85
Tabla 4.- Población ocupada (miles de personas). Región de Murcia. Años 1996-2005	86
Tabla 5.- Clasificación de los plaguicidas en relación a su toxicidad aguda. OMS. 2005.	87
Tabla 6.- Consumo de plaguicidas en España. Año 2005.....	88
Tabla 7.- Consumo de plaguicidas en Europa (EU-25+EFTA). Año 2005.....	89
Tabla 8.- Clasificación de la solubilidad de plaguicidas en el agua (FAO).	90
Tabla 9.- Listado de fitosanitarios utilizados por las ATRIA's. Insecticidas-acaricidas.	91
Tabla 10.- Listado de fitosanitarios utilizados por las ATRIA's. Fungicidas-bactericidas.	92
Tabla 11.- Listado de fitosanitarios utilizados por las ATRIA's. Herbicidas.	93
Tabla 12.- Listado de fitosanitarios utilizados por las ATRIA's. Otros.	94
Tabla 13.- Volumen medio de caldo utilizado en los tratamientos.....	95
Tabla 14.- Hectáreas tratadas por las ATRIA's, para los diferentes cultivos.	96
Tabla 15.- Hectáreas tratadas por las ATRIA's con insecticidas/acaricidas.	97
Tabla 16.- Hectáreas tratadas por las ATRIA's con fungicidas/bactericidas.	99
Tabla 17.- Hectáreas tratadas por las ATRIA's con herbicidas.	100
Tabla 18.- Hectáreas tratadas por las ATRIA's con otros plaguicidas.....	101
Tabla 19.- Cantidad de sustancia activa pura de insecticidas/acaricidas consumidas por las ATRIA's al año	102
Tabla 20.- Cantidad de sustancia activa pura de fungicida/bactericida consumidas por las ATRIA's al año.....	104
Tabla 21.- Cantidad de sustancia activa pura de herbicidas consumidas por las ATRIA's al año.....	105
Tabla 22.- Cantidad de sustancia activa pura de otros plaguicidas consumidas por las ATRIA's al año.	106

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.- Consumo de plaguicidas por Comunidades Autónomas. España. 2005. Millones €	107
Figura 2.- Página principal de la web del Registro de Productos Fitosanitarios. MAPA.	108

LISTA DE APENDICES

APENDICE 1: Encuesta de Plaguicidas	109
APENDICE 2: Ficha Registro de Productos Fitosanitarios.....	111

GLOSARIO

AEPLA	Asociación Empresarial para la Protección de las Plantas
Ataxia	Trastorno caracterizado por una alteración en la capacidad de coordinar los movimientos.
ATRIA's	Asociaciones para Tratamientos Integrados en Agricultura
BOE	Boletín Oficial del Estado. España.
COP's	Compuestos Orgánicos Persistentes (Persistent Organic Pollutants, POP's)
Criptorquidia	Ausencia de uno o de ambos testículos en el escroto.
DDD	Dicloro-difenil-dicloroetano
DDE	Dicloro-difenil-dicloroetileno
DDT	Dicloro-difenil-tricloroetano
EFTA	European Free Trade Association, comprende a los países de Islandia, Liechtenstein, Noruega y Suiza
Estudio de casos y controles	Estudio epidemiológico, observacional, analítico, en el que los sujetos son seleccionados en función de que tengan (casos) o no tengan (control) una determinada enfermedad, o en general, un determinado efecto
Estudio de cohorte	Estudio epidemiológico, observacional, analítico, longitudinal prospectivo, en el que los individuos que componen los grupos de estudio se seleccionan en función de la presencia de una determinada característica o exposición.
EU-25	Unión Europea de 25 países
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations
HCB	Hexaclorobenceno
HCH	Hexacloro-ciclohexano
Hipospadias	Malformación de la uretra, con un orificio anormal
IARC	International Agency for Research on Cancer, forma parte de la OMS
IC	Intervalo de confianza (CI, Confidence interval) es el intervalo dentro del que se encuentra la verdadera magnitud del efecto (nunca conocida exactamente) con un grado prefijado de seguridad.
IOBC	International Organization for Biological Control of Noxious Animals and Plants
MAPA	Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, España.
MCPA Acido	Acido 2-metil-4-clorofenoxiacético
MISACO	Ministerio de Sanidad y Consumo. España.
OMS	Organización Mundial de la Salud (WHO, World Health Organization)
PBBs	Bifenilos Polibromados
PBO	Butóxido de piperonilo
PCBs	Bifenilos Policlorados
REI	Razón Estandarizada de Incidencia (SIR, standardized incidence ratio), razón de nº de casos encontrados sobre el nº de casos esperados

1 INTRODUCCIÓN

1.1 CONTEXTO HISTÓRICO, ECONÓMICO Y DEMOGRÁFICO DE LA REGIÓN DE MURCIA.

1.1.1 Bosquejo histórico^{1,2}

Desde hace más de 300.000 años se tiene constancia de que las tierras que hoy conocemos como la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia han estado habitadas por diferentes pueblos y culturas.

La presencia humana en nuestra Región se ha demostrado evidente desde la prehistoria, con la cultura del Argar o la ibérica, que recibieron la influencia de los fenicios, griegos, púnicos y romanos, así como la germánica de los visigodos.

La cultura islámica que se expandió por toda la península ibérica (año 711, los musulmanes cruzan el Estrecho de Gibraltar y derrotan al rey visigodo Don Rodrigo en la batalla de Guadalete; 1492, los Reyes Católicos conquistan Granada) también dejó en nuestras tierras su impronta cultural en todos los ámbitos, especialmente en las técnicas de cultivo de las huertas, como las acequias y las norias.

En el año 1265, Alfonso X, El Sabio devuelve estas tierras a manos cristianas, abriendo una puerta al Mediterráneo al reino de Castilla.

La unificación de los reinos de Castilla y Aragón hicieron que el reino de Murcia entrara en la Edad Moderna iniciando un periodo de prosperidad que enseguida se tradujo en un espectacular aumento de la población, tras el desplazamiento de moriscos granadinos, que se dedicaron a la agricultura.

Tras el Siglo de Oro (siglos XVI y XVII), Murcia recibiría importantes ayudas de Felipe V, lo que condujo a trascendentes cambios económicos y sociales. El principal motor del cambio económico fueron la agricultura y ganadería. Las tierras en cultivo, con la ayuda de una importante infraestructura de obras hidráulicas, iniciaron una clara tendencia hacia la especialización, sobre todo con el cultivo de frutales, legumbres y hortalizas, así como viñedos en algunas zonas del altiplano.

A finales del siglo XVIII el rey Carlos III nombra a Don José Moñino Redondo, Conde de Floridablanca, primer ministro, y Murcia pasó a ser notoriamente favorecida por su acción política, especialmente en obras públicas.

Los tres primeros cuartos del siglo XIX, en los que se producen las guerras contra los franceses, crisis de Estado y de gobiernos que se dirimen en guerras civiles carlistas, suponen para Murcia, como para el resto de España, años desconcertantes y de rápidos cambios. La Restauración de la Monarquía borbónica con Alfonso XII (1874), hijo de Isabel II, produce un largo periodo de estabilidad y un lento y constante crecimiento económico.

El 12 de Abril de 1931 se declara la Segunda República, iniciándose un periodo de gran agitación social (quema de conventos e iglesias, como los de San Francisco, Verónicas o Santo Domingo, en Murcia; proclamación de la autonomía catalana; revolución anarquista de Casas Viejas, en Cádiz, etc.) que llevan hasta la Guerra Civil.

Tras la Guerra Civil (1936-1939), se inicia una dura postguerra que también se dejó sentir en Murcia hasta los años 60, en que se levantan los nuevos embalses como El Cenajo y Camarillas, se lleva a cabo la construcción del Transvase Tajo-

Segura, y en general, se vive un incremento del auge económico, fundamentalmente en la agricultura y la industria derivada de ésta.

Tras la restauración de la Monarquía y la puesta en marcha de un sistema democrático de libertades plenas en 1977, el 10 de julio de 1982 se publicaba el Real Decreto por el que se creaba la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia, al amparo de lo estipulado en la Constitución de 1978.

1.1.2 Bosquejo económico y demográfico

La Región de Murcia se encuentra situada en el sureste español y tiene una superficie³ de 11.313 km², de los cuales 3.369,9 (29,79%) son terrenos que se dedican a la agricultura (Tabla 1). Administrativamente está dividida en 45 municipios.

La población a 1 de enero de 2005^{3,4} era de 1.335.792 habitantes, de los cuales 677.049 eran hombres y 658.743 mujeres. La población ocupada ascendía a 584.800 personas de las que 68.500 habitantes se dedicaban a la agricultura⁵ (49.200 hombres y 19.300 mujeres, Tabla 2) lo cual suponía un 11,72% de la población activa.

Naturalmente, la producción agrícola y el número de personas que se dedican a la agricultura dependen de la cantidad de agua disponible para el riego agrario. Así en nuestra región, ya en tiempos del dominio árabe existía una amplia y bastante compleja red de riego que se extendía por las Vegas Alta y Media, por la huerta de Lorca y por algunas otras vegas de menor extensión. Consistía en azudes, redes de acequias y otras de drenaje. Aparte de estas redes, existían pequeños huertos ligados a los recursos de manantiales y pequeñas captaciones en arroyos. Tras una

importante regresión en la época de la reconquista, los regadíos de la Cuenca del Segura volvieron a extenderse, sobre todo a partir de finales del siglo XVII y en el siglo XVIII, cuando se emprendió la desecación de las zonas pantanosas de las Vegas Media y Baja y la ampliación de diferentes zonas de regadío mediante elevaciones. A finales del siglo XVIII se emprendió también el primer intento, fracasado en Puentes, de modificar el régimen de las aguas mediante la construcción de embalses.

También las aguas subterráneas tienen importancia en pequeñas explotaciones agrícolas, mediante la extracción de las mismas con ayuda de molinos de viento, de los que todavía se pueden observar algunos en nuestro territorio, o más recientemente, mediante la ayuda de maquinaria de perforación y bombas extractivas.

Las nuevas infraestructuras y tecnologías han permitido el rápido crecimiento de los regadíos en nuestra Región, sobre todo a partir del primer tercio del siglo pasado (Tabla 3)⁶.

Este aumento de los regadíos y la implantación de nuevas técnicas de cultivo, han traído como consecuencia una mejor gestión del agua, como por ejemplo en los riegos localizados, nuevos procedimientos de cultivo bajo plástico, una mejor utilización de abonos, el uso de pesticidas menos tóxicos para el medio ambiente etc., lo que ha llevado a la Región de Murcia a ser un referente en la producción y calidad de sus productos agrícolas, exportándolos a Europa y al resto del mundo. Paralelamente al incremento de regadíos, y apoyada en los avances tecnológicos, la población que se dedica a la agricultura ha ido aumentando en los últimos años (Tabla 4)⁴.

Entre las nuevas técnicas de cultivo que se han implantado desde la década de los 80 se encuentran la lucha integrada contra las plagas y la lucha biológica. Esta última es una técnica que según la definición de la IOBC (International Organization for Biological Control of Noxious Animals and Plants)⁷ es la que utiliza organismos vivos o sus productos para prevenir o reducir las pérdidas o el daño causado por organismos parásitos. La lucha integrada sería un método de control de plagas que aplica un conjunto de métodos satisfactorios desde el punto de vista económico, ecológico y toxicológico, dando prioridad al empleo de elementos naturales de regulación y respetando los umbrales de tolerancia.

La lucha integrada es, según el Real Decreto 2163/1994⁸ de 4 de noviembre, por el que se implanta el sistema armonizado comunitario de autorización para comercializar y utilizar productos fitosanitarios, *“La aplicación racional de una combinación de medidas biológicas, biotecnológicas, químicas, de cultivo o de selección de vegetales, de modo que la utilización de productos fitosanitarios químicos se limite al mínimo necesario para mantener la población de la plaga en niveles inferiores a los que producirían daños o pérdidas inaceptables desde un punto de vista económico.”*

Para llevar a cabo la lucha integrada contra las plagas y ayudar en esa tarea a los agricultores, se crean, mediante la Orden de 17 de noviembre de 1989⁹ las ATRIA's o Agrupaciones para Tratamientos Integrados en Agricultura, cuya finalidad es la puesta a punto y aplicación de las técnicas de lucha integrada y utilización racional de los productos y medios fitosanitarios, la formación del personal técnico y especializado en la dirección y aplicación de estas técnicas y el fomento de las

agrupaciones de agricultores para la implantación de la lucha integrada en sus cultivos.

1.2 PLAGUICIDAS

1.2.1 Definiciones.

El Real Decreto 3349/1983¹⁰, de 30 de noviembre, por el que se aprueba la Reglamentación técnico-sanitaria para la fabricación, comercialización y utilización de plaguicidas, en su artículo 2, establece una serie de definiciones que nos pueden ayudar a fijar las bases para la adecuada comprensión de nuestro estudio y que pasamos a considerar a continuación.

Define a los *plaguicidas* como aquellas sustancias o ingredientes activos, así como las formulaciones o preparados que contengan uno o varios de ellos, destinados a cualquiera de los fines siguientes:

- Combatir los agentes nocivos para los vegetales y productos vegetales o prevenir su acción.
- Favorecer o regular la producción vegetal, con excepción de los nutrientes y los destinados a la enmienda de suelos.
- Conservar los productos vegetales, incluida la protección de las maderas.
- Destruir los vegetales indeseables.
- Destruir parte de los vegetales o prevenir un crecimiento indeseable de los mismos.

- Hacer inofensivos, destruir o prevenir la acción de otros organismos nocivos o indeseables distintos de los que atacan a los vegetales.

Considera como *ingrediente activo-técnico* a aquél producto orgánico o inorgánico, natural, sintético o biológico, con determinada actividad plaguicida, con un grado de pureza establecido.

El preparado comercial puede llevar diferentes sustancias para mejorar alguna de sus propiedades. Estas sustancias¹¹ pueden ser:

- *Ingredientes inertes*: son aquellas sustancias o materiales que, unidos a los ingredientes activos para la preparación de formulaciones, permiten modificar sus características de dosificación o de aplicación. Son productos sin actividad insecticida y sirven para diluir el principio activo y modificar su forma de aplicación, como por ejemplo, un principio activo en forma de polvo que se disuelve en un disolvente orgánico, con lo que queda diluido y se puede aplicar pulverizándolo sobre el objeto a tratar.
- *Coadyuvantes*: son sustancias como los tensoactivos, fluidificantes, estabilizantes y otros, que son útiles en la elaboración de plaguicidas por su capacidad de modificar adecuadamente las propiedades físicas y químicas de los ingredientes activos. Son sustancias también sin poder plaguicida, pero que se emplean para dotar a la formulación de unas buenas propiedades de aplicación. Los coadyuvantes pueden ser:
 - Tensoactivos o mojantes: son aquellos productos que se incorporan al plaguicida para modificar la tensión superficial del preparado, de modo

que éste adquiere una mayor capacidad de mojado de la superficie a tratar.

- Adherentes: son sustancias que tienen la propiedad de aumentar la viscosidad del preparado y por ello éste queda mejor adherido a la superficie.
- Emulgente o dispersante: se emplean en plaguicidas cuyos componentes no son miscibles entre si y facilitan la homogeneización de todos ellos, favoreciendo de este modo su preparación.
- Estabilizantes: son sustancias que protegen al principio activo de la acción degradante del medio ambiente (sol, aire, etc.) u otros factores.
- *Aditivos*: Aquellas sustancias tales como colorantes, repulsivos, eméticos y demás que, sin tener influencia en la eficacia de los plaguicidas, son utilizadas en la elaboración de los mismos con objeto de cumplir prescripciones reglamentarias u otras finalidades. Estos productos se utilizan, por ejemplo, con el fin de dotar a los plaguicidas de propiedades organolépticas que los diferencien y distingan de los alimentos, de modo que se puedan evitar accidentes.

La *formulación o preparado* la define el Real Decreto 3349/1983 como aquél plaguicida compuesto de una o varias sustancias o ingredientes activo-técnicos y, en su caso, ingredientes inertes, coadyuvantes y aditivos, en proporción fija.

Más específicamente define a los plaguicidas destinados a tratar los cultivos y los llama plaguicidas de uso fitosanitario o *productos fitosanitarios*, definiéndolos como aquellos plaguicidas destinados a su utilización en el ámbito de la sanidad

vegetal, así como aquellos otros de análoga naturaleza destinados a combatir malezas u otros organismos indeseables en áreas no cultivadas.

Las *sustancias activas* son aquellas sustancias o microorganismos, incluidos los virus, que ejercen una acción general o específica contra organismos nocivos, en vegetales, partes de vegetales o productos vegetales.

La FAO¹² (Food and Agriculture Organization of the United Nations) amplía este concepto a los animales y define al plaguicida como *cualquier sustancia destinada a prevenir, destruir, atraer, repeler o combatir cualquier plaga, incluidas las especies indeseadas de plantas o animales, durante la producción, almacenamiento, transporte, distribución y elaboración de alimentos, productos agrícolas o alimentos para animales, o que pueda administrarse a los animales para combatir ectoparásitos.*

Aclara que el término incluye las sustancias destinadas a utilizarse como reguladores del crecimiento de las plantas, defoliantes, desecantes, agentes para reducir la densidad de fruta o inhibidores de la germinación, y las sustancias aplicadas a los cultivos antes o después de la cosecha para proteger el producto contra la deterioración durante el almacenamiento y transporte. El término no incluye normalmente los fertilizantes, nutrientes de origen vegetal o animal, aditivos alimentarios ni medicamentos para animales.

1.2.2 Clasificación de los plaguicidas

Existen diferentes clasificaciones de plaguicidas, pero quizás la más intuitiva y aceptada generalmente es por su actividad biológica frente a las diferentes plagas. Así se pueden clasificar¹³ en:

- Insecticidas. Tóxicos para insectos.
- Acaricidas. Tóxicos para ácaros.
- Nematicidas. Tóxicos para los nematodos.
- Fungicidas. Tóxicos para hongos.
- Antibióticos. Inhiben el crecimiento de microorganismos.
- Herbicidas. Atacan las malas hierbas.
- Rodenticidas. Causan la muerte a ratones y otros roedores.
- Avicidas. Causan la muerte a las aves.
- Molusquicidas. Eliminan los moluscos.
- Atrayentes y repelentes de insectos. Repelen a los insectos o los atraen para provocar su destrucción.

Teniendo en cuenta su estructura química, los plaguicidas se pueden clasificar en:

- Organoclorados. Son insecticidas, herbicidas, fungicidas.
- Organofosforados. Insecticidas.
- Carbamatos. Insecticidas, herbicidas.
- Derivados de la urea. Herbicidas.
- Compuestos heterocíclicos. Herbicidas.

- Compuestos inorgánicos. Acciones diversas.

Otra posible clasificación es la que hace referencia a la actividad tóxica de los plaguicidas sobre la salud, que viene recogida en los Reales Decretos 3349/1983 y 255/2003¹⁴:

- Muy tóxicos
- Tóxicos
- Nocivos
- Corrosivos
- Irritantes
- Sensibilizantes
- Carcinogénicos
- Mutagénicos
- Tóxicos para la reproducción

Por otra parte, la Organización Mundial de la Salud (OMS)¹⁵, realiza la clasificación de acuerdo con los riesgos que presentan para la salud y establece cuatro categorías que se recogen en la Tabla 5.

1.2.3 Consumo de plaguicidas.-

De acuerdo con la Memoria Anual de 2005 de la Asociación Empresarial para la Protección de las Plantas (AEPLA)¹⁶, el consumo total de plaguicidas durante ese

año fue de 96.359,56 toneladas distribuidas por tipo de plaguicida, tal como se describe en la tabla 6.

Por regiones, Murcia ocupa el tercer lugar en el consumo de plaguicidas, detrás de Andalucía y la Comunidad Valenciana, con un 10.86% del total de ventas nacionales (Figura 1).

El consumo Europeo de plaguicidas¹⁷, en millones de euros, viene recogido en la tabla 7.

1.2.4 Plaguicidas y medio ambiente

Prácticamente todos los plaguicidas utilizados en la agricultura moderna son productos de síntesis, aunque algunos grupos son derivados de pesticidas de origen natural.

Desde tiempo inmemorial el hombre ha utilizado plaguicidas que se encontraban en la naturaleza como es el caso de las piretrinas, la rotenona o las hojas del tabaco.

Algunos de los pesticidas naturales se utilizan actualmente en la agricultura ecológica¹⁸ como azadirachtin, aceites vegetales, piretrinas, quasia, rotenona, virus de la granulosis, *Bacillus thuringensis*, jabón neutro, sulfuro de lima (polisulfito de calcio) o aceites minerales.

Las piretrinas son insecticidas que actúan por contacto y se extraen de la flor del piretro (*Chrysanthemum cinerariaefolium*); son muy fotosensibles y se oxidan con rapidez en presencia de luz y aire. Para solventar estos problemas de degradación ambiental se sintetizaron los piretroides, de estructura química semejante a las

piretrinas, pero que tienen mayor estabilidad a la luz y son solubles en disolventes orgánicos.

La rotenona, extracto de la raíz de las plantas tropicales *Derris spp.*, *Lonchocarpus spp.* y *Tephrosia spp.*, es un alcaloide aislado por primera vez en 1895 con persistencia limitada a unos pocos días y que se descompone rápidamente bajo la acción de la luz y el aire. Actúa por contacto e ingestión.

Como vemos con estos dos ejemplos, los pesticidas naturales son poco persistentes y agresivos para el medio ambiente, mientras que los sintéticos suelen ser más resistentes en el medio natural.

Algunos de los plaguicidas que se han utilizado en épocas cercanas presentan gran dificultad para ser degradados por las condiciones ambientales, como es el caso de los pesticidas que pertenecen al grupo de los Compuestos Orgánicos Persistentes (COP's o Persistent Organic Pollutants, POP's)^{19,20}. Esta elevada persistencia hace que su semivida ($t_{1/2}$) en el ambiente sea superior a los 6 meses. La semivida se define como el tiempo necesario para que se lleve a cabo la degradación del 50% de la cantidad inicial del plaguicida dispuesto en el medio ambiente.

Estos productos son sustancias químicas sumamente tóxicas que pueden ser producidas intencionadamente para su empleo en agricultura o en la industria, o bien son subproductos de combustión y de procesos industriales. Unos, como los bifenilos policlorados (PCB's), son sustancias químicas industriales, mientras que otros, como los plaguicidas aldrín, dieldrín y DDT, se fabricaron con intención de aplicarlos en la agricultura.

Algunos de estos COP's son subproductos indeseados de procesos industriales y nunca fueron producidos con intención comercial (policloro-dibenzo-dioxinas o dioxinas y los policloro-dibenzo-furanos o furanos).

Entre los diversos COP's, tanto naturales como antropogénicos, destacan por sus características de persistencia y bioacumulación la llamada "docena sucia", que incluye nueve plaguicidas organoclorados de primera generación (aldrín, dieldrín, DDT, endrín, clordano, mirex, toxafeno y heptacloro, de acción insecticida, y el hexaclorobenceno, de acción fungicida), PCB's, dioxinas y furanos.

Los COP's presentan una hidrosolubilidad baja y una liposolubilidad elevada, lo que da lugar a su bioacumulación en el tejido adiposo de los seres vivos. Además, presentan gran resistencia a la degradación fotolítica, biológica y química y por su elevada volatilidad pueden ser transportados a largas distancias a través de la atmósfera. Así, se han encontrado en lugares donde jamás se han utilizado, como en alta mar, el Ártico y el Antártico, desiertos, etc., lugares donde no existen fuentes significativas de estos compuestos.

Tras la Convención de Estocolmo de mayo de 2001, el control y la eliminación de estos COP's se ha convertido en una prioridad para muchos gobiernos y agencias internacionales, como el Banco Mundial, tanto en países industrializados como en vías de desarrollo, de modo que con las acciones y actividades emprendidas se mejore la calidad de vida y el crecimiento económico a nivel mundial y local.

Actualmente, los plaguicidas que se comercializan son menos persistentes en el medio ambiente que los pertenecientes al grupo de los COP's. Ello es debido a su mayor facilidad para degradarse en los ecosistemas.

La degradación²¹ de los pesticidas en el ambiente puede realizarse por una o varias de las siguientes rutas: microbiana, química o fotolítica.

La *degradación microbiana* la realizan hongos, bacterias y otros microorganismos que utilizan los pesticidas como alimento para su desarrollo. La humedad, aireación, pH y cantidad de materia orgánica afectan al crecimiento y actividad de los microorganismos.

El uso repetido de un mismo plaguicida influye también en su degradación, ya que se estimula el crecimiento y acumulación de microorganismos capaces de degradarlo y por lo tanto se disminuye la eficacia del tratamiento para controlar a los parásitos. Conviene pues, utilizar los plaguicidas solamente cuando sea necesario y evitar los usos repetidos de una misma sustancia química para prevenir resistencias de las plagas.

La *degradación química* se produce sin la intervención de los microorganismos y se ve afectada por el pH, temperatura, humedad y la adsorción que determinan qué reacciones químicas ocurren y cómo suceden. La hidrólisis es la degradación química más frecuente y muchos organofosfatos y carbamatos se hidrolizan fácilmente en medio alcalino.

La *fotodegradación* es la descomposición de los pesticidas bajo la acción de la luz, en particular la luz solar. Los factores que influyen en la fotodegradación son la intensidad de la luz solar, el lugar donde se aplica, el método de aplicación y las propiedades intrínsecas del plaguicida.

A pesar de que los plaguicidas utilizados en la actualidad son menos persistentes que los pertenecientes al grupo de COP's, son numerosos los estudios que han detectado plaguicidas en suelos agrícolas y sedimentos de ríos.

Así, el clordano^{22,23}, insecticida organoclorado prohibido en muchos países, en España desde 1978 y en Estados Unidos desde 1983, se ha encontrado en los sedimentos de algunos ríos de Florida (USA).

En la República Checa²⁴ se realizó un estudio de plaguicidas organoclorados persistentes (DDT, y sus metabolitos, así como HCH y HCB) en suelos agrícolas y sedimentos entre los años 1994 y 2002, con la finalidad de comprobar la evolución de estos pesticidas en el ambiente a lo largo del tiempo y se descubrió que la elevada concentración encontrada era debida a la utilización anterior de estos productos durante un largo periodo de tiempo para el tratamiento de plagas agrícolas.

En España, el estudio realizado en el río Ebro²⁵ en aguas y suelos agrícolas encontró triazinas como los herbicidas más ubicuos, pero también fueron encontrados en algunas muestras acetanilidas y pesticidas organoclorados. El aditivo de pesticidas tributilfosfato, fue encontrado en todas las muestras de agua analizadas.

Hay que considerar que los plaguicidas aplicados a las plantas pueden ser arrastrados por la lluvia hasta el suelo y, por otra parte, los aerosoles que se generan en los tratamientos fitosanitarios también pueden depositarse en la tierra. Otros plaguicidas son específicos para la desinfección de suelos y se aplican directamente en los mismos.

Estos pesticidas que llegan al suelo por una u otra vía pueden moverse en el terreno y pueden ser transportados hasta las aguas subterráneas por lavado del agua de lluvia o de regadío, contaminándolas. En muchas ocasiones las aguas subterráneas se utilizan como fuentes para el agua de abastecimiento a las poblaciones humanas.

Así, el estudio llevado a cabo en California²⁶ en agua de pozos para uso agrícola legalmente autorizado demostró la existencia de 16 ingredientes activos de pesticidas o de productos de degradación. Estos usos autorizados del agua comprendían producción de plantas y animales, fumigación de propiedades agrícolas, parques, guarderías, irrigación de calles y zanjas, campos de golf, etc. Esto indicaba que el agua contaminada podía utilizarse en lugares distintos de donde se había extraído, por lo que la contaminación por pesticidas podía extenderse a puntos alejados al lugar de origen y a áreas en las que existía población humana.

Algunos herbicidas²⁷ utilizados en agricultura como el grupo de las cloroacetanilidas (alaclor, acetoclor y metaclor), se encontraron en aguas subterráneas de Wisconsin. Las cloroacetanilidas son degradadas principalmente por la actividad microbiana del suelo y los metabolitos generados son mucho más solubles en agua que sus predecesores y pueden llegar a las aguas subterráneas persistiendo en ellas durante mucho tiempo.

Los análisis de pesticidas en aguas superficiales (arroyos, ríos y lagos) realizados en Hungría²⁸ durante un periodo de 3 años descubrieron resultados positivos para más del 60% de las muestras analizadas, con una distribución de frecuencia para los pesticidas estudiados que era la siguiente: acetoclor, el 25 %,

atrazina, el 17 %, prometrin, el 7 %, diazinon, el 6 %, metribuzin, el 6 %, terbutrin, el 2 %, trifluralin, el 1 %, mientras que el carbofurano, forato y fenoxicarb no fueron encontrados en ninguna muestra. Visto este modelo de distribución, los dos contaminantes más abundantes de la lista de pesticidas estudiados eran acetoclor y atrazina. La contaminación descubierta en algunos casos no tuvo correlación con el uso actual de pesticida, lo que indicaba que era una contaminación de tiempo atrás (diazinon).

Además de encontrarse en suelos y aguas tanto superficiales como profundas, los pesticidas o sus residuos también pueden transportarse y encontrarse en el medio atmosférico^{29,30}, bien sea como consecuencia de aplicaciones locales o bien porque son arrastrados por los vientos hacia otras regiones donde no han sido aplicados.

1.2.5 Contaminación de aguas subterráneas por plaguicidas.

La *lixiviación* de un plaguicida en el suelo es el proceso por el cual el agua de lluvia, de riego o rocío, arrastra el plaguicida hacia las capas inferiores de dicho terreno.

El potencial de lixiviación de los plaguicidas, y por tanto de contaminación de las aguas subterráneas, ha sido establecido³¹ por el Departamento de Regulación de Pesticidas de California (USA) de acuerdo con los siguientes requisitos:

- Debe cumplirse, al menos, uno de los dos valores siguientes:
 - Solubilidad del pesticida en agua: > 3 ppm (mg/l),
 - Coeficiente de adsorción del pesticida en el suelo (K_{oc}): < 1.900

- Y uno de los siguientes valores, al menos, debe ser verdadero:
 - Vida media de hidrólisis: > 14 días,
 - Vida media del metabolismo aeróbico del suelo: > 610 días,
 - Vida media del metabolismo anaerobio del suelo: > 9 días

La *solubilidad* de un pesticida en agua es una medida de la facilidad con que esa sustancia química se disolverá en el agua y se expresa normalmente como la cantidad de pesticida, en miligramos, que se disuelve en 1 l de agua a 20 °C. La FAO³² establece la clasificación de los plaguicidas de acuerdo con su solubilidad, tal como se recoge en la tabla 8.

La *vida media* de un plaguicida se define como el tiempo necesario para que la mitad del pesticida presente en el suelo se transforme en productos de degradación. Esta vida media es regulada por los diferentes tipos de organismos existentes en el suelo y que pueden degradar el plaguicida, el tipo de suelo (por ejemplo arenoso, margoso o arcilloso) el pH y la temperatura.

Igualmente, la *vida media fotolítica* sería la cantidad de tiempo requerida para que la mitad del plaguicida dispuesto en el suelo se degradara bajo la acción de la luz solar.

La *vida media hidrolítica* será, de igual manera, la cantidad de tiempo requerida para que la mitad del plaguicida dispuesto en el suelo se degradara bajo la acción del agua.

El *coeficiente de adsorción* de una sustancia química, K_{oc} , es una medida de cuán fuertemente se adhiere al suelo antes de disolverse en el agua. En términos

generales, a menudo se denota este coeficiente como K_d , coeficiente de distribución, que proporciona una medida de cómo una sustancia se distribuye entre dos medios diferentes: aire/agua, agua/suelo o dos solventes inmiscibles diferentes.

K_{oc} se define como la proporción de masa del pesticida adsorbido por unidad de masa del suelo, en relación a la masa del pesticida que permanece en la solución de equilibrio. Como hablamos de una proporción de masas, el K_{oc} no tiene unidades. El valor del K_{oc} depende del tipo de suelo y del pH del mismo, y por ello se pueden encontrar en la literatura diferentes valores de K_{oc} para un mismo plaguicida.

Los plaguicidas con K_{oc} altos no son muy solubles en agua y se adherirán preferentemente al suelo antes que ser disueltos en el agua. Es improbable que estos plaguicidas sean movidos del suelo como sustancias disueltas, pero, en cambio, pueden ser movilizados mediante el arrastre de las partículas de sedimentos sobre las que están adsorbidos. Como ejemplo, consideremos el DDT, que tiene un valor de K_{oc} de 100.000, por lo que es fuertemente retenido en el suelo, mientras que el diazinon, con un K_{oc} de 1.580, es más fácilmente transportado disuelto en el agua.

1.2.6 Plaguicidas y salud

Desde hace más de dos décadas se conocen los potenciales efectos de exposición a un grupo de sustancias químicas que son capaces de alterar el funcionamiento normal de los sistemas endocrinos en la fauna salvaje y el hombre. Estos compuestos son los llamados disruptores endocrinos^{33, 34}, que podríamos definir como una sustancia o mezcla de sustancias que alteran la función del sistema endocrino y, consecuentemente, causan efectos adversos para la salud en un organismo intacto, o en su progenie.

Entre las múltiples y diferentes sustancias químicas que son disruptores endocrinos se encuentran plaguicidas, alquilfenoles, bisfenol-A, dioxinas, disolventes (ej. percloroetileno), estireno, ftalatos, PBBs, PCBs, Tributilestaño (TBT), etc. Entre los plaguicidas se encuentran insecticidas (clordano, mirex, lindano, linuron, DDT, etc.) y fungicidas y herbicidas (acetoclor, alaclor, maneb, tiram, metam sodio, vinclozolin, atrazina, tributilin, etc.).

Aunque el análisis de los datos humanos por sí mismos no han logrado hasta ahora proporcionar una evidencia firme y concluyente entre las asociaciones causales directas de bajo nivel de exposición a disruptores endocrinos y efectos adversos para la salud, sí han generado gran preocupación por los graves efectos que pueden generar en la población. Los ejemplos siguientes muestran algunas de estas preocupaciones.

- *Efectos en la reproducción y el desarrollo:* numerosos estudios muestran disminución en la calidad de esperma por exposición a disruptores endocrinos³⁵, aunque los resultados no sean concluyentes. También se han descrito alteraciones en el desarrollo sexual masculino como criptorquidia³⁶ e hipospadias, pero el papel de los disruptores endocrinos en estas alteraciones no está aclarado totalmente³⁷.

El estudio de exposiciones en embriones de ratones a bajas dosis de pesticidas³⁸, tales como las que se encuentran ambientalmente en el tratamiento del césped, para seis herbicidas (atrazina, dicamba, metolaclor, ácido 2,4-difenoxiacético, pendimetalin y mecoprop), tres insecticidas (clorpirifos, terbufos y permetrina) y dos fungicidas (clortalonil y mancozeb), demostraron aumento en la apoptosis celular y disminución del número de

blastocitos y de la media de células por embrión. Estos resultados indican que se pueden producir daños en el desarrollo temprano a concentraciones ambientales de pesticidas en las que se asume que no presentan efectos adversos para la salud de las personas.

- *Función neurológica:* los estudios en animales y hombre indican claramente que la exposición, especialmente la prenatal, a ciertos disruptores endocrinos (PCB's, por ejemplo) pueden tener efecto sobre el desarrollo neurológico, la función neuroendocrina y el comportamiento.

En relación al comportamiento, el estudio de casos y controles^{39,40} realizado con 29.074 esposas de aplicadores de plaguicidas entre los años 1993 y 1997, encontró una significativa asociación entre la historia de intoxicación por plaguicidas y el diagnóstico y tratamiento por depresión de estas mujeres.

- *Función inmunológica:* se ha demostrado que la exposición a ciertos compuestos químicos, incluyendo los disruptores endocrinos, puede alterar la función inmunológica en el hombre y animales.
- *Cáncer:* Aumentos de ciertos cánceres de tejidos hormonalmente sensibles, a menudo son citados como la evidencia de la exposición extendida a la población general a ciertos disruptores endocrinos.
- *Cáncer de mama:* no existe evidencia directa y concluyente entre la exposición ambiental a disruptores endocrinos y cáncer de mama. Sin embargo, el estudio realizado en California⁴¹ en mujeres hispanas trabajadoras agrícolas ha demostrado un riesgo aumentado de cáncer de mama para el clordano (insecticida organoclorado), malatión (insecticida

organofosforado) y 2,4-D (ácido 2,4-diclorofenoxiacético, herbicida clasificado como posible carcinogénico). El riesgo de cáncer asociado con el uso de pesticidas era más elevado en mujeres más jóvenes, en mujeres diagnosticadas a edades tempranas (premenopáusicas) y en aquellas con establecimiento precoz de la enfermedad.

En el estudio realizado en los estados de Iowa y Carolina del Norte⁴² se encontró alguna evidencia de riesgo aumentado de cáncer de mama con el empleo del ácido 2,4,5-triclorofenoxipropiónico (2,4,5-TP) y el posible uso de dieldrin, captán y ácido 2,4,5-triclorofenoxiacético, pero el pequeño número de casos encontrados en los que habían usado personalmente pesticidas impedía extraer conclusiones firmes. No se encontró aumento de riesgo con el tamaño de la granja o el lavado de ropa contaminada, pero sí existía un ligero riesgo entre las mujeres cuyas viviendas estaban más cercanas a las zonas de aplicación de los plaguicidas.

- *Cáncer testicular*: se ha producido un aumento de la incidencia de cáncer testicular en ciertos países, pero las incidencias varían entre ellos. El riesgo comenzó a elevarse desde 1910 en países nórdicos y algo antes en Inglaterra y Gales, y por tanto, no puede ser atribuido únicamente a sustancias químicas introducidas a partir de mediados del siglo pasado.

A pesar de esta consideración, el estudio de cáncer testicular llevado a cabo en Finlandia⁴³ en hombres trabajadores activos nacidos entre 1906 y 1945 que fueron seguidos entre 1971-1995, sí encontró riesgo aumentado para ocupaciones relacionadas con plaguicidas, polvo textil, y algunos disolventes orgánicos como hidrocarburos alifáticos y alicíclicos.

- *Cáncer de próstata*: el estudio de cohorte prospectivo sobre 45 plaguicidas y la incidencia de cáncer de próstata en una población de 55.332 aplicadores de plaguicidas sin historia previa de cáncer prostático encontró una razón estandarizada de incidencia (REI o SIR, standardized incidence ratio, razón de nº de casos encontrados sobre el nº de casos esperados) de 1,14 (95% CI; 1,05-1,24). El empleo de pesticidas organoclorados entre aplicadores más de 50 años y el empleo de bromuro de metilo fue asociado con el riesgo de cáncer de próstata.

El metanálisis⁴⁴ realizado sobre cáncer de próstata y empleo de pesticidas en 22 estudios epidemiológicos encuentra un pequeño riesgo relativo (1,13; 95% IC; 1,04-1,22) para diferentes profesiones, entre las que se encontraban agricultores, y en las que se utilizaban los plaguicidas durante el trabajo.

En otros estudios en los que se intenta relacionar el cáncer de próstata y la utilización de determinados plaguicidas como el fonofos⁴⁵ (insecticida organofosforado), forato⁴⁶, y los herbicidas pendimetalina⁴⁷ y glifosato⁴⁸, no se encontró en ninguno de ellos un riesgo elevado para el cáncer de próstata en aplicadores de plaguicidas que no tenían antecedentes familiares de este tipo de enfermedad.

- *Cáncer de tiroides*: Una asociación directa entre la exposición a disruptores endocrinos y el cáncer de tiroides no ha sido demostrada, pero parece plausible un daño a ciertas funciones humanas, en particular a sistemas reproductivos en desarrollo, por exposición a disruptores endocrinos vista la influencia conocida de hormonas endógenas o exógenas sobre muchos de estos procesos. Además, la evidencia de resultados adversos sobre la fauna

y animales de laboratorio expuestos a estos productos justifica la preocupación de efectos en el hombre.

Así, pesticidas como clorofenoles⁴⁹, ácidos clorofenoxi, organoclorados y quinonas se han demostrado capaces de modificar la función de la glándula tiroidea y reducir los niveles de hormona tiroidea circulantes. La reducción de estos niveles puede comprometer la actividad catalítica del citocromo hepático P450 monoxigenasa, resultando un metabolismo hepático androgénico alterado.

El Estudio de Salud Agrícola (Agricultural Health Study)⁵⁰ en una cohorte de 89.658 aplicadores de plaguicidas y sus esposas de los estados de Iowa y Carolina del Norte, de los Estados Unidos, para evaluar factores de riesgo para enfermedades en poblaciones agrícolas, encontró una tasa baja de incidencia para el total de cánceres, pero sin embargo, algunos cánceres aparecen elevados, incluyendo mieloma múltiple y los cánceres de labio, vesícula, ovario, próstata y tiroides. No obstante, el número de datos es insuficiente para muchos cánceres, por lo que es necesario confirmar estos resultados.

1.2.7 Regulación del uso de fitosanitarios.

Hemos visto que los plaguicidas presentan riesgos para la salud pública, el propio aplicador y el medio ambiente, y por ello su utilización ha sido regulada por la legislación a través de la Orden de 8 de marzo de 1994⁵¹, la Orden de 5 de enero de 2000⁵² y la Orden PRE/2922/2005⁵³, en las que se establece que el personal que realice tratamientos con fitosanitarios deben superar unos cursos de capacitación y

formación en los diferentes aspectos de los plaguicidas que se establecen en tres niveles: básico, cualificado y fumigador.

El curso básico va dirigido al personal auxiliar de tratamientos aéreos y terrestres y a los agricultores que los realizan en su propia explotación sin emplear personal auxiliar. El cualificado va dirigido a los responsables de los equipos de tratamiento terrestre y a los agricultores que los realicen en su propia explotación empleando personal auxiliar. Estos niveles, básico y cualificado, no autorizan a emplear plaguicidas tóxicos y muy tóxicos.

El curso de fumigador va dirigido a los aplicadores profesionales y al personal de empresas de servicios que aplican plaguicidas tóxicos o muy tóxicos, tales como los fumigantes de suelos.

2 OBJETIVOS:

El Real Decreto 140/2003⁵⁴, de 7 de febrero, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano, indica que deben realizarse anualmente una serie de análisis completos del agua, que incluyen diferentes parámetros físicos, químicos y microbiológicos, para asegurar que la calidad del agua que llega al grifo del consumidor sea salubre y limpia, de modo que no pueda suponer un riesgo para la salud humana. Entre los parámetros que deben analizarse se encuentran los plaguicidas, pero salvo en el caso del aldrín, dieldrín, heptacloro y heptacloro epóxido, no indica qué pesticidas se deben investigar.

Este problema lo solventa en la nota 6 del Anexo I, de la citada norma, que textualmente dice: *“Las comunidades autónomas velarán para que se adopten las medidas necesarias para poner a disposición de la autoridad sanitaria y de los gestores del abastecimiento el listado de los plaguicidas fitosanitarios utilizados mayoritariamente en cada una de las campañas contra plagas del campo y que pueden estar presentes en los recursos hídricos susceptibles de ser utilizados para la producción de agua de consumo humano.”*

Dado que el número de plaguicidas diferentes existentes en el mercado es del orden de varios cientos de productos y que la toma de muestras y análisis periódico anual de todos ellos supondría un coste humano y material imposible de llevar a cabo, se hace necesario conocer qué plaguicidas se están utilizando mayoritariamente en la Región de Murcia en los diferentes cultivos, con la finalidad de acotar el número de ellos que deben analizarse en las aguas de consumo.

Por otra parte, puede que no todos los plaguicidas más empleados sean capaces de pasar a las aguas subterráneas y contaminarlas, debido a que se degraden rápidamente en medio ambiente o se fijen fuertemente al suelo y no lixivien arrastrados por las aguas de lluvia o regadío o, incluso, por el rocío. Por tanto, es importante conocer el riesgo potencial de contaminación de los acuíferos que poseen los plaguicidas más utilizados en los diferentes cultivos de la Región de Murcia.

Del mismo modo, interesa conocer la toxicidad para el hombre que presentan estos plaguicidas, ya que si son capaces de contaminar los acuíferos o las aguas superficiales, pueden suponer un riesgo para la salud pública cuando estas aguas se utilicen para abastecimiento humano.

El conocimiento de los plaguicidas más utilizados supondrá un ahorro de medios, humanos y materiales, tanto para las empresas gestoras del agua como para la autoridad sanitaria, que es la responsable de efectuar la vigilancia sanitaria del agua de consumo humano, ya que la realización de los análisis de plaguicidas a que les obliga la legislación vigente, se podrá dirigir hacia los más utilizados en los diferentes cultivos existentes en la Región de Murcia.

Así pues, y teniendo en cuenta todo lo mencionado anteriormente, podemos resumir los objetivos de este estudio en los tres puntos siguientes:

1. Conocer los plaguicidas más utilizados en los diversos tratamientos fitosanitarios utilizados por las ATRIA's en los cultivos de la Región de Murcia.
2. Conocer la eventual capacidad de lixiviación de los productos fitosanitarios empleados por las ATRIA's en la Región de Murcia.

3. Conocer el riesgo potencial para la salud pública que poseen los plaguicidas más utilizados por las ATRIA's establecidas en la Región de Murcia.

3 MATERIAL Y MÉTODOS

3.1 FUENTES DE INFORMACIÓN

- Listado de ATRIA's existentes en la Región de Murcia, suministrado por la Consejería de Agricultura y Agua.
- Listado de plaguicidas utilizados por las 52 ATRIA's existentes en la Región de Murcia en el año 2006, suministrado por las mismas ATRIA's.
- Clasificación toxicológica de plaguicidas de la OMS.
- Fichas de registro de fitosanitarios en el MAPA.
- Bases de datos de Internet:
 - Pesticide Action Network (PAN) Pesticides Database⁵⁵
 - TOXNET Toxicology Data Network. Hazardous Substances Data Bank (HSDB)⁵⁶
 - ChemIDplus Advanced⁵⁷
 - International Programme on Chemical Safety (INCHEM)⁵⁸
- Farmacología Vegetal²². De Liñán y Vicente, C.

3.2 METODOLOGÍA.

Solicitamos a la Consejería de Agricultura y Agua de la Región de Murcia el listado de las ATRIA's con los datos de su dirección, técnico agrícola responsable, teléfono y correo electrónico de contacto.

Contactamos con las 52 ATRIA's existentes en la Región de Murcia, para solicitarles el listado de fitosanitarios que utilizan en sus tratamientos, agrupados por tipo de actividad plaguicida que poseen: insecticida-acaricida, fungicida-bactericida, herbicidas y otros no encuadrables dentro de los grupos mencionados. Con todos ellos elaboramos unas listas que se mencionan en las Tablas 9, 10, 11 y 12.

Pasamos a elaborar una base de datos en formato Excel, en el que se incluyen las columnas correspondientes para los siguientes parámetros:

- Datos de la ATRIA: Nombre, dirección, municipio, teléfono, fax, correo electrónico.
- Datos del fitosanitario: nombre sustancia activa (ingrediente activo-técnico), porcentaje en el formulado, porcentaje en cuba (dosis de formulado), litros o kilos de formulado por hectárea (l,kg/ha), cultivo tratado, hectáreas tratadas cada vez, nº de veces que se utiliza el fitosanitario por ciclo de cultivo y meses durante los que se realizan los tratamientos.

El nombre de la sustancia activa o nombre del ingrediente activo-técnico es el nombre común para el plaguicida que viene recogido en la ficha de registro del MAPA, en el epígrafe "Composición" (Apéndice 2).

El porcentaje en el formulado viene también indicado en el apartado de "Composición" de la ficha de registro del plaguicida del MAPA.

El porcentaje en cuba es la dosis a que hay que aplicar el plaguicida y viene recogido en el epígrafe "Dosis" de la ficha de registro del plaguicida. Dependiendo del plaguicida de que se trate, la plaga y el tipo de cultivo, puede venir expresado en

la ficha de registro en porcentaje, en gramos de formulado por hectárea (g/ha) o en gramos de formulado por hectolitro de disolvente (g/Hl), generalmente agua.

El cultivo tratado se refiere al tipo de planta sobre el que se aplica el plaguicida.

El ciclo total del cultivo va desde la siembra hasta el fin de la maduración y posterior cosecha. En algunas plantaciones se pueden dar dos o más ciclos de cultivo por año, y así en el pepino de invernadero pueden ser dos: el ciclo de primavera-verano con plantaciones a principios de enero y mediados de febrero y recolección entre mayo y julio. El otro ciclo es de otoño-invierno y se realizan plantaciones entre julio y septiembre y recolecciones entre enero y mayo.

Una vez elaborada la hoja Excel se les remite a las 52 ATRIA's para su cumplimentación y se les envía también un documento que se adjunta como Apéndice 1, que servirá de ayuda para la inclusión electrónica de los datos de la encuesta.

Los preparados comerciales se aplican a las dosis establecidas en la ficha de registro del MAPA, de acuerdo con la plaga y cultivo a tratar. Para ello, se mezclan con en el disolvente adecuado (agua en la mayoría de los casos) para realizar los tratamientos. El volumen de caldo, preparado o formulado comercial y disolvente, con el que se tratan los diferentes cultivos viene recogido en la tabla 13. Estos volúmenes han sido también facilitados por los técnicos de las ATRIA's.

Recibidas las encuestas se contrastan los datos remitidos con las fichas de registro de plaguicidas del MAPA para cada sustancia activa y cultivo en el que se utiliza. Un ejemplo de la ficha de registro se adjunta en el Apéndice 2. Se comprueba

que la concentración del producto comercial o formulado en materia activa que nos indica el técnico de la ATRIA se corresponda con la indicada en la ficha e igualmente para la dosis de aplicación de dicho formulado, mediante la búsqueda en la web⁵⁹ del MAPA (Figura 2). Si no coinciden, se rectifican en la hoja de Excel y se incluyen las que indica la ficha de registro.

Conociendo los datos de la dosis de aplicación de cada plaguicida y el volumen de caldo con que se trata cada hectárea de cultivo específico, podemos conocer los litros o kilogramos de formulado comercial que se aplican por hectárea de cultivo. Hemos calculado estos datos para cada producto fitosanitario y para cada cultivo y hemos hecho el cálculo para el total de veces que se realizan los tratamientos durante el ciclo de producción de la planta para productos hortícolas o el número de veces que se tratan los árboles, viñedo o parral anualmente.

También se realizan los cálculos para conocer los litros o kilogramos de cada materia activa pura que se han consumido por tipo de cultivo, hectárea y año. Finalmente, se calculan los litros o kilogramos de cada materia activa pura con que se han tratado todos los tipos de cultivos durante un año. Calculamos también el total de hectáreas tratadas por las ATRIA's, por cultivos (tabla 14)

Con estos datos elaboramos las tablas de productos utilizados y el número total de hectáreas que se han tratado con cada producto y establecemos un orden de prioridad (Tablas 15, 16, 17 y 18).

También elaboramos una tabla para conocer la cantidad de materia activa pura consumida para cada producto en el total de hectáreas tratadas para todos los cultivos (Tablas 19, 20, 21 y 22). En la hoja de Excel también incluimos la clasificación toxicológica de la OMS¹⁴, para cada producto.

Además de la peligrosidad intrínseca de cada producto también hay que tener en cuenta su movilidad en el suelo y su solubilidad en agua, ya que los fitosanitarios más solubles en agua y móviles en el suelo podrán ser arrastrados por las lluvias y moverse a través de las capas profundas del terreno, pudiendo llegar hasta los acuíferos. Por otra parte habría que tener en cuenta si los productos son degradados por el aire y la luz solar, produciendo metabolitos más o menos tóxicos y más o menos solubles y móviles.

4 RESULTADOS

Las ATRIA's tratan una superficie de cultivo de 41.041,95 hectáreas (12,18%), del total de 336.990 hectáreas cultivadas en la Región de Murcia.

De los plaguicidas utilizados por las ATRIA's (60 insecticidas/acaricidas, 49 fungicidas/bactericidas, 22 herbicidas y 4 fumigantes de suelos) estudiamos los 10 más empleados de cada grupo de fitosanitarios.

4.1 INSECTICIDAS

4.1.1 Fenitrotión

El insecticida más utilizado por las ATRIA's es el fenitrotion, organofosforado que se utiliza en el 7,67% de la superficie agrícola total tratada. En las 3.149,26 hectáreas en las que se aplica este producto se han utilizado 265,33 litros de materia activa pura. Los cultivos en los que se emplea son frutas de hueso, hortícolas, parral y viñedo y limón.

4.1.2 Clorpirifos

El clorpirifos es un insecticida organofosforado perteneciente al grupo químico de los tiofosfatos, que es utilizado por las ATRIA's en el 7,26% de las hectáreas tratadas. Se han utilizado 349,54 kilos de esta materia activa pura en las 2.981,43 hectáreas en las que se ha realizado el tratamiento con este insecticida. Los cultivos en los que se utiliza son cítricos, hortícolas, parral y viñedo.

4.1.3 Acrinatrín

Es un piretroide que es utilizado por las ATRIA's en el 4,95% de las superficies tratadas. En las 2.032,80 hectáreas tratadas con este producto se han empleado 5,45 litros de materia activa pura. Los cultivos en que se aplica son hortícolas, frutas de hueso y parral.

4.1.4 Fenbutaestán

Es un plaguicida organoestánnico que es aplicado por las ATRIA's en el 4,06% de las superficies tratadas. En las 1.665,41 hectáreas en las que se aplica este insecticida se han utilizado 23,5 kg de materia activa pura. Se emplea en cultivos de pimiento de invernadero, en cítricos y parrales.

4.1.5 Lambda cihalotrín

Es un piretroide que es aplicado por las ATRIA's en el 4,00% de las superficies tratadas. Se han empleado 2,33 litros de producto puro para tratar las 1.642,48 en las que se ha utilizado. Se usa en cultivos hortícolas, frutas de hueso y parral.

4.1.6 Piriproxifen

Es un insecticida derivado de la piridina que se aplica en los tratamientos de las ATRIA's en el 3,91% de las superficies tratadas. En el tratamiento de las 1.604,57 hectáreas en las que se usa este plaguicida se han utilizado 2,84 kg de producto puro. Se emplea en cultivos hortícolas, frutales de hueso y cítricos.

4.1.7 Malatión

Es un insecticida organofosforado del grupo de los ditiofosfatos.

Se emplearon 102,77 litros de materia activa pura para tratar las 1.584,10 hectáreas en las que se ha usado. Es utilizado por las ATRIA's en el 3,86% de las superficies tratadas y se emplea en cultivos hortícolas, frutales de hueso, cítricos, parral y viñedo.

4.1.8 Hexitiazox

Es un insecticida del grupo de las carboxamidas, que se utiliza en el 3,85% de las superficies tratadas por las ATRIA's. En las 1.580,96 hectáreas en las que se utiliza este insecticida se han gastado 4,66 kg de producto puro. Se emplea en frutales de hueso, cítricos, parrales y viñedos.

4.1.9 Carbosulfan

Es un insecticida del grupo de los carbamatos que se emplea en el 3,74% de las superficies agrícolas tratadas por las ATRIA's. En las 1.535,23 hectáreas en las que se ha empleado este insecticida se han usado 14,36 l. Se aplica en cultivos de hortícolas, cítricos y parral.

4.1.10 Triclorfon

Es un insecticida organofosforado que se emplea en el 3,55% de las superficies agrícolas tratadas por las ATRIA's. En el tratamiento de las 1.457,14 hectáreas en las que se aplica, se utilizan 63,17 kg de materia activa pura. Los cultivos sobre los que se aplica son hortícolas, frutales de hueso, parral y viñedo.

4.2 FUNGICIDAS

4.2.1 Mancozeb

Es un fungicida perteneciente al grupo de los ditiocarbamatos que se utiliza en el 12,15% de las superficies agrícolas que tratan las ATRIA's. Se utilizan 149,93 kg de producto puro para tratar las 4.985,98 hectáreas en las que se aplica. Se emplea en cultivos de productos hortícolas, frutas de hueso, parral y viñedo.

4.2.2 Cimoxanilo

Se utiliza en el 6,60% de las superficies agrícolas que tratan las ATRIA's. En las 2.707,97 hectáreas en las que se emplea este insecticida se han consumido 5,48 kg de materia activa pura. Los cultivos agrícolas que se tratan con este producto son hortícolas, parral y viñedo.

4.2.3 Azufre

Se emplea en el 6,23% de las superficies agrícolas tratadas por las ATRIA's y se aplica en cultivos hortícolas, parral y viñedo. Se han utilizado 1.180,66 kg de azufre para tratar las 2.558,87 hectáreas en las que se emplea.

4.2.4 Oxiclورو de cobre

Se utiliza en el 5,94% de las superficies agrícolas tratadas por las ATRIA's. En las 2.435,89 hectáreas en las que se aplica se han usado 90,90 kg de producto puro. Se emplea en cultivos hortícolas, parral y viñedo.

4.2.5 Penconazol

Es un fungicida triazólico que se utiliza en el 4,67% de las superficies agrícolas que tratan las ATRIA's. En las 1.916,50 hectáreas en las que se utiliza se han usado 1,58 kg de producto puro. Se emplea en cultivos frutales de hueso, parral y viñedo.

4.2.6 Metalaxil

Es un fungicida del grupo químico de las xililalaninas que se utiliza en el 4,36% de los cultivos que tratan las ATRIA's. En las 1.791,20 hectáreas en las que se utiliza, se han usado 14,26 kg de producto puro. Se emplea en hortícolas, parral y viñedo.

4.2.7 Fenarimol

Es una pirimidina con acción fungicida que se emplea en el 4,17% de los cultivos que tratan las ATRIA's. Se usan 1,12 kg de materia activa pura para tratar las 1.712,91 hectáreas en las que se aplica. Se utiliza en frutales de hueso, parral y viñedo.

4.2.8 Azoxistrobin

Es un fungicida del grupo de las estrobilurinas que se emplea en el 3,51% de las superficies que tratan las ATRIA's. Se utilizan 11,70 kg de materia activa pura para tratar las 1.439,14 hectáreas en las que se aplica. Se emplea en hortícolas, parral y viñedo.

4.2.9 Carbendazima

Es un fungicida del grupo de los benzimidazoles, que se utiliza en el 3,31% de los cultivos tratados por las ATRIA's. En las 1.358,50 hectáreas en las que se utiliza se emplean 9,30 kg de producto puro. Se aplica en frutales de hueso, parral y viñedo.

4.2.10 Flusilazol

Es un fungicida del grupo de los azoles que se utiliza en el 3,24% de las superficies agrícolas tratadas por las ATRIA's. Se emplean 3,95 kg de materia activa pura para tratar las 1.328,21 hectáreas en las que se usa. Se aplica en frutales de hueso, parral y viñedo.

4.3 HERBICIDAS

4.3.1 Glifosato.

Es un herbicida del grupo de las fosfoglicinas que se utiliza en el 8,91% de las superficies agrícolas que tratan las ATRIA's. En las 3.568,01 hectáreas en las que se utiliza este herbicida se usan 156,89 kg de materia activa pura. Se emplea en cultivos hortícolas, cítricos, frutales de hueso y parral.

4.3.2 Paraquat

Es un herbicida del grupo de los bipyridilos que se utiliza en el 5,34% de las superficies tratadas por las ATRIA's. En las 2.191,78 hectáreas en que se aplica se usan 18,54 kg de producto puro. Se emplea en hortícolas, cítricos, frutales de hueso, parral y viñedo.

4.3.3 MCPA Acido

Es un derivado del ácido fenoxicarboxílico que se aplica en el 3,14% de las superficies agrícolas tratadas por las ATRIA's. En las 1.287,49 hectáreas que se tratan con este insecticida se emplean 3,60 kg de materia activa pura. Se utiliza en cultivos de limón.

4.3.4 Oxifluorfen

Es un herbicida del tipo de los difeniléteres que se utiliza en el 2,68% de las superficies tratadas por las ATRIA's. Se utilizan 5,88 kg de materia activa pura en tratar las 1.099,20 hectáreas en las que se usa. Se aplica en cultivos de hortalizas, limón y parral.

4.3.5 Pendimetalina

Es una dinitroanilina con propiedades herbicidas que se utiliza en el 2,65% de las superficies agrícolas que tratan las ATRIA's. En las 1.087,00 hectáreas en las que se aplica se utilizan 16,01 kg de producto puro. Se emplea en cultivos hortalizas, frutos de hueso, limón y parral.

4.3.6 Glufosinato amónico

Es un derivado del ácido fosínico que se aplica en el 2,08% de las superficies tratadas por las ATRIA's. En las 853,29 hectáreas en las que se aplica se utilizan 8,10 kg de materia activa pura. Se emplea en cultivos hortalizas, limón, parral y viñedo.

4.3.7 Dicuat

Es un herbicida del grupo de los bipiridilos que se aplica en el 1,93% de las superficies que tratan las ATRIA's. Se usan 2,16 kg de materia activa pura para tratar las 793,29 hectáreas en las que se aplica. Se utiliza en cultivos hortícolas, limón y parral.

4.3.8 Terbutilazina

Es una triazina con propiedades herbicidas que se emplea en el 1,46% de las superficies agrícolas tratadas por las ATRIA's. En las 600 hectáreas en las que se aplica se utilizan 2,25 kg de materia activa pura. El cultivo al que se aplica es el limonero.

4.3.9 Fluroxipir

Es un derivado del ácido picolínico que se utiliza en el 1,46% de los cultivos tratados por las ATRIA's. Se emplean 0,30 kg de materia activa pura para tratar las 600 hectáreas en las que se usa. Se utiliza en limoneros.

4.3.10 Diuron

Es una urea que se utiliza en el 1,46% de los cultivos que tratan las ATRIA's. En las 600,00 hectáreas en las que se aplica se utilizan 2,10 kg de producto puro. Se emplea en cultivos de limonero.

4.4 OTROS PLAGUICIDAS

4.4.1 Cloropicrina

Es un organoclorado con propiedades fumigantes y nematicidas del suelo que se utiliza en el 0,51% de las superficies tratadas por las ATRIA's. Se usa en 208,29 hectáreas en las que se emplea 589,20 kg de materia activa pura. Se aplica en cultivos hortícolas y parral.

4.4.2 Metam Na/K

Es un carbamato con propiedades de fumigante y desinfectante de suelos que tiene también acción insecticida, nematicida, fungicida y herbicida. Se emplean 3.600,00 kg de producto puro para tratar las 143,29 hectáreas en las que se aplica. Se utiliza en el 0,35% de las superficies tratadas por las ATRIA's. Se aplica en cultivos hortícolas.

4.4.3 1,3-Dicloropropeno

Es un organohalogenado con propiedades fumigantes y nematicidas del suelo que se aplica en el 0,35% de las superficies tratadas por las ATRIA's. En las 143,29 hectáreas en las que se utiliza se usan 1.699,20 kg de materia activa pura. Se aplica en cultivos hortícolas.

4.4.4 Bromuro de metilo

Es un organohalogenado con propiedades fumigantes, nematicidas, insecticidas y herbicidas. Se emplea en el 0,04% de los suelos tratados por las ATRIA's. Se utilizan 201,00 kg de materia activa pura en el tratamiento de las 15 hectáreas en las que se utiliza. Se aplica en cultivos de pimiento de invernadero.

5 DISCUSIÓN

5.1 INSECTICIDAS

5.1.1 Fenitrothion

El fenitrothion es un insecticida que está siendo usado desde el año 1959⁶⁰. Es fácilmente soluble en disolventes orgánicos y en agua es una sustancia fácilmente soluble (38 mg/l), de acuerdo con la clasificación de la FAO para la solubilidad de plaguicidas.

Puede pasar al aire mediante volatilización de las superficies tratadas y ser transportado por el mismo hacia otras áreas. Se degrada mediante fotólisis e hidrólisis. La flora microbiana del suelo también favorece su degradación. En ausencia de luz o microorganismos es estable en el agua. En el suelo la vía más importante de eliminación es la microbiana, aunque la luz solar también juega un cierto papel.

Presenta unos valores de K_{oc} entre 254 y 1531, por lo que tiene una movilidad en el suelo de baja a media. La degradación en el medio es más rápida en terrenos no estériles que en estériles, lo que indica que la metabolización se produce por vía biótica y abiótica. La vida media en un suelo de marga arcillosa no estéril de pH=10 y 50% de humedad con 100 ppm de fenitrothion es de 13 días.

En la clasificación toxicológica de la OMS, es un producto moderadamente peligroso (grupo II). No está incluido en las listas de la IARC como carcinógeno o posible carcinógeno.

5.1.2 Clorpirifos

Es moderadamente soluble en agua (1,12 mg/l), pero muy soluble en disolventes orgánicos. Los valores de K_{oc} de 995-31.000 encontrados para diferentes tipos de suelos, indican que el clorpirifos tiene muy baja a ninguna movilidad en el suelo. Se degrada unas 2 veces más rápidamente en suelos no estériles que en los estériles, por lo que la metabolización biológica juega un papel importante en su degradación. Dependiendo del tipo de suelo, su vida media varía de 2,8 a 81 días.

El estudio de persistencia del clorpirifos y triclorfon⁶¹ en campos de golf para investigar el destino de estos insecticidas en el ecosistema de césped, demostró que la degradación y volatilización de los pesticidas ocurría en los primeros 5 días después del uso de los mismos y aunque las zonas tratadas reciban muchas aplicaciones de insecticidas, la fracción que persistía en el medio era mínima.

El contenido de materia orgánica en el suelo y su textura porosa favorecen la persistencia del clorpirifos en los sedimentos de los estanques de las guarderías⁶² infantiles, encontrando una $K_{oc} \geq 7.430$. La vida media en condiciones aerobias variaba de 8 a 32 días. En medio anaerobio la vida media era mayor, de 12 a 53 días.

En la clasificación toxicológica de la OMS, es un producto moderadamente peligroso (grupo II). No está incluido en las listas de la IARC como carcinógeno o posible carcinógeno.

5.1.3 Acrinatrín

Es una sustancia insoluble en agua (0,02 mg/l) y es soluble en disolventes orgánicos. Su vida media varía de 5 a 52 días, dependiendo de las condiciones del suelo y pH. Se adsorbe fuertemente en el suelo y es inmóvil.

De acuerdo con la clasificación toxicológica de la OMS es improbable que presente riesgos agudos en su uso normal. No presenta carcinogenicidad para el hombre.

5.1.4 Fenbutaestan

Es insoluble en agua (0,012 mg/l) y muy ligeramente soluble en hidrocarburos alifáticos y aceites minerales. Se degrada lentamente por la acción de la luz solar y no se hidroliza. Es relativamente estable bajo condiciones bióticas. Es prácticamente inmóvil en el suelo. Presenta una vida media en diferentes suelos entre 271 y 1.367 días y estas elevadas vidas medias hacen que los niveles de residuos se incrementen con las sucesivas aplicaciones.

No es clasificable como carcinógeno humano y es improbable que presente riesgos agudos en su utilización normal.

En ratones macho⁶³ a los que se inyectó diferentes dosis de fenbutaestán (0, 10 o 25 µg/kg de peso corporal en el 1º, 3º y 5º día del experimento) se comprobó que se producía una disminución significativa en el recuento espermático, en la viabilidad de los espermatozoides, en su movilidad y en la función espermática en relación con el grupo control. Esta alteración del esperma era significativa en los ratones a los que se habían inyectado 25 µg/kg. Los niveles testiculares de la actividad enzimática esteroidogénica también estaban disminuidos. Los resultados

sugieren que el insecticida causaba el daño en la espermatogénesis por inhibición en la producción de testosterona.

5.1.5 Lambda cihalotrin

Es insoluble en agua (0,005 mg/l) y muy soluble en disolventes orgánicos. Presenta un valor de K_{oc} de 120.000, por lo que es inmóvil, quedando adsorbido por las partículas del suelo⁶⁴. Su vida media oscila entre 4 y 12 semanas. Como todos piretroides, es degradado con facilidad por los organismos ambientales. La hidrólisis en agua es lenta a pH entre 7 y 9, pero es más rápida en suelos con $pH \geq 9$.

Según la clasificación toxicológica de la OMS, es un plaguicida moderadamente peligroso (grupo II). No está considerado por la IARC como carcinógeno humano.

En el hombre ha sido descrito⁶² un aumento de la sensibilidad facial subjetiva, efecto que generalmente dura unas horas, y en algunos casos puede perdurar hasta las 72 horas de la exposición. El examen médico de los afectados no mostró ninguna alteración neurológica.

Los piretroides actúan alterando los canales del sodio de la membrana neuronal, y esta acción se expresa, por ejemplo, en hiperexcitabilidad y ataxia, y aunque la neurotoxicidad⁶⁵ aguda de estas sustancias, como el cihalotrín, está bien caracterizada en adultos, la información en cuanto a la potencial neurotoxicidad en el desarrollo de esta clase de compuestos es limitada. Las ratas recién nacidas son más sensibles, del orden de una o dos veces, que los adultos en relación a la toxicidad aguda de los piretroides. Para la mayor parte de estos compuestos no existe información sobre la toxicidad dependiente de la edad.

5.1.6 Piriproxifen

Es ligeramente soluble en agua (0,37 mg/l). Tiene una vida media en condiciones aeróbicas de 7,68 días y de 359,0 días en anaerobiosis. Su vida media de hidrólisis es de 30 días. Su coeficiente de adsorción, K_{oc} , estimado en 450.000, indica que es inmóvil en el terreno.

En su uso normal es improbable que presente riesgos agudos. No está considerado por la IARC como carcinógeno humano

5.1.7 Malation

Al igual que la mayoría de los organofosforados⁶⁶, excepto el diclorvos, es poco volátil. La principal vía de degradación en el ambiente es la hidrolítica.

Su solubilidad en agua es de 143 mg/l, por lo que es muy soluble. Su K_{oc} es de 291, por lo que es de esperar que sea muy móvil en el suelo. Es degradado rápidamente (10 días) en suelos no estériles. Estos valores de solubilidad en agua y K_{oc} bajo, indican un riesgo potencial de contaminación de las aguas subterráneas.

La OMS lo clasifica en el grupo III como un producto ligeramente peligroso en relación a su toxicidad aguda. La IARC lo clasifica en el Grupo 3, clasificable, ya que los datos sobre carcinogenicidad son incompletos o ambiguos.

5.1.8 Hexitiazox

Es ligeramente soluble en agua (0,5 mg/l). Se degrada en el suelo fundamentalmente por oxidación produciendo compuestos hidroxis y carbonilos. Su coeficiente de adsorción, K_{oc} , tiene un valor de 21,5. Posee una vida media en suelo aeróbico de 18,7 días, de 332 días en suelo anaeróbico y de 2.092 días de vida

media hidrolítica. Su movilidad en el suelo es muy baja, por lo que no cabe esperar que lixivie.

Durante su uso normal es improbable que presente riesgos agudos (OMS). No está clasificado por la IARC como carcinógeno.

5.1.9 Carbosulfan

Es una sustancia insoluble en agua (0,03 mg/l), pero es soluble en la mayoría de los disolventes orgánicos. Se degrada rápidamente en el suelo, en condiciones aerobias y anaerobias, con una vida media de 2-3 días.

En relación a su toxicidad aguda, la OMS lo clasifica como moderadamente peligroso. No está clasificado por la IARC como carcinógeno.

5.1.10 Triclorfon

Muy soluble en agua (120 g/l) y, en general, soluble en disolventes orgánicos. En el suelo se metaboliza a CO₂. Su coeficiente de adsorción varía de 6 a 79, lo que indica que tiene una movilidad de alta a muy alta en el suelo. La vida media en condiciones aerobias oscila entre 1 y 27 días en suelos no estériles.

En relación a su toxicidad aguda, la OMS lo clasifica como moderadamente peligroso. No está clasificado por la IARC como carcinógeno.

5.2 FUNGICIDAS

5.2.1 Mancozeb

Es moderadamente soluble en agua, con una solubilidad de 6,2 mg/l, y es prácticamente insoluble en la mayoría de los disolventes orgánicos.

Su valor de coeficiente de adsorción, K_{oc} , es de 1.000, lo que indica que su movilidad en el suelo es baja. Se degrada fácilmente por los microorganismos del suelo, con una vida media entre 6 y 15 días. No se ha encontrado en muestras de aguas subterráneas aunque sí en aguas superficiales de canales de riego.

Con respecto a su toxicidad, y de acuerdo con la clasificación de la OMS, es improbable que presente riesgos agudos en su uso normal. No está considerado por la IARC como carcinógeno humano.

5.2.2 Cimoxanilo

Es muy soluble en agua (890 mg/l) y es moderadamente soluble en disolventes orgánicos. Se degrada rápidamente en el suelo, tanto en condiciones aerobias como anaerobias, fundamentalmente a través de la acción microbiana. Su vida media en el campo es inferior a 2 semanas, dependiendo del tipo de suelo. Sus valores K_{oc} , entre 39 y 238, para diferentes tipos de suelo, sugieren que la movilidad en el suelo es de elevada a moderada.

La OMS lo clasifica en el grupo III, ligeramente peligroso, en relación a su toxicidad aguda. No está incluido en las listas del IARC como carcinógeno o posible carcinógeno.

5.2.3 Azufre

Es una sustancia insoluble en agua y ligeramente soluble en disolventes orgánicos. En forma sólida, el azufre es insoluble y no puede ser transportado hacia la capa freática. En el medio ambiente se produce una ligera oxidación a óxido volátil, mientras que en el suelo se degrada fundamentalmente por reducción microbiana.

Durante su utilización normal es improbable que presente toxicidad aguda. No está considerado por la IARC como carcinógeno humano.

5.2.4 Oxiclورو de cobre

Insoluble en agua (0,00001 mg/l) y disolventes orgánicos, es adsorbido fuertemente por el suelo.

Con respecto a su toxicidad aguda es ligeramente peligroso, de acuerdo con la clasificación toxicológica de la OMS. No está considerado por la IARC como carcinógeno humano.

5.2.5 Penconazol

Es fácilmente soluble en agua (70 mg/l). Es soluble en disolventes orgánicos. Su vida media en suelo es de varios meses y se fotoliza con una vida media de 4 días. La adsorción en el suelo de los fungicidas triazólicos⁶⁷ (hexaconazol, triadimefon y penconazol) está correlacionada con el contenido de materia orgánica del suelo y por tanto con uno de sus principales componentes, los ácidos húmicos. La adsorción de los triazoles aumenta en el siguiente orden: triadimefon > hexaconazol > penconazol. La percolación⁶⁸ del penconazol es baja. Puede causar contaminación superficial del terreno debido a su acumulación y ésta puede originar contaminación de las aguas superficiales por desprendimiento del pesticida adsorbido.

Es improbable que presente riesgos agudos en su utilización normal. No está listado por la IARC como carcinógeno.

5.2.6 Metalaxil

Es muy soluble en agua, con una solubilidad de 8.400 mg/l, y es soluble en disolventes orgánicos. Su coeficiente de adsorción en el suelo varía de 30 a 284, por lo que su movilidad en el mismo es de muy alta a moderada. Su vida media de degradación en suelos aeróbicos varía entre 10 y 17 días. Estos datos sugieren un riesgo potencial para contaminar las aguas subterráneas.

Este riesgo potencial puede ser disminuido en suelos de cultivos vinícolas⁶⁹, en los que el penconazol y metalaxil son ampliamente utilizados, si se adicionan al terreno los residuos sólidos y líquidos procedentes de las destilerías. Los compuestos orgánicos solubles son retenidos por el suelo, creando nuevas superficies hidrófobas donde queda retenido el penconazol, compuesto sumamente hidrófobo. En el caso de metalaxyl, que es muy soluble en agua, los compuestos solubles orgánicos parecen contribuir al aumento de su lixiviación, mientras que los residuos sólidos favorecen el efecto contrario.

Tiene una toxicidad aguda ligera, de acuerdo con la clasificación de la OMS. No está considerado por la IARC como carcinógeno humano.

5.2.7 Fenarimol

Es fácilmente soluble en agua, con una solubilidad de 14 mg/l, y se disuelve fácilmente en disolventes orgánicos. Es estable a la hidrólisis pero se destruye fácilmente por la luz solar con una vida media entre 4 y 12 horas. Su K_{oc} es de 757, su vida media en suelos aerobios es de 1.100 días y en anaerobios de 1.622 días, por lo que presenta un potencial contaminante para aguas subterráneas.

Con respecto a su toxicidad aguda, es improbable que presente efectos agudos durante su uso normal. No se considera que sea carcinógeno para el hombre.

5.2.8 Azoxistrobin

En agua presenta una solubilidad moderada, de 6 mg/l. Su K_{oc} es de 550, por lo que se espera que su movilidad en el suelo sea baja. Su vida media en suelos aerobios es de 112 días y de 119 días en suelos anaerobios. Por todo ello, presenta riesgo de contaminación de las aguas subterráneas.

La adsorción del azoxistrobin⁷⁰ en el suelo está relacionada con el pH, de tal manera que la adsorción disminuye cuando el pH baja y esto es inesperado, ya que el azoxistrobin no es un pesticida iónico. Por otra parte, cuando la tasa de degradación disminuye la adsorción aumenta. Así pues, el pH influye en la biodisponibilidad del pesticida y juega un papel importante en su tasa de degradación.

Es improbable que presente riesgos agudos durante su utilización normal. No está considerado por la IARC como carcinógeno humano.

5.2.9 Carbendazima

Es una sustancia fácilmente soluble en agua, con una solubilidad de 29 mg/l. Su K_{oc} es de 350, por lo que es de esperar una moderada movilidad en el suelo. Se biodegrada lentamente en condiciones normales y más fácilmente en suelos enmendados. La vida media de hidrólisis es superior a 35 días. La lixiviación es pequeña, 1,1% de la dosis aplicada.

Es improbable que presente riesgos agudos durante su utilización normal. No está considerado por la IARC como carcinógeno humano.

5.2.10 Flusilazol

Es fácilmente soluble en agua (54 mg/l) y es fácilmente soluble en muchos disolventes orgánicos. En el suelo su vida media es de 95 días.

Con respecto a su toxicidad aguda, la OMS lo clasifica como ligeramente peligroso y la IARC no lo considera como carcinógeno humano.

5.3 HERBICIDAS

5.3.1 Glifosato

Es muy soluble en agua (12 g/l) e insoluble en disolventes orgánicos comunes. Su valor de K_{oc} varía de 2.600 a 4.900, por lo que es de esperar una leve movilidad en el suelo. Se inactiva rápidamente en el suelo. En terrenos turbosos, aerobios y anaerobios, la degradación es lenta; en los limo-arenosos la vida media es de 19,2 días, mientras que en suelos arcillosos, a los que se fija fuertemente, la vida media puede ser de varios años. Ha sido detectado en aguas superficiales y profundas.

El proceso más importante de disipación⁷¹ tras la aplicación en el suelo es la complejación en el agua con iones como el Ca^{2+} o Mg^{2+} , adsorción en los sedimentos, partículas suspendidas en el agua y suelo, fotodegradación en el suelo, absorción por las plantas y biodegradación.

De acuerdo con la clasificación de la OMS sobre la toxicidad aguda, es improbable que presente toxicidad durante su uso normal. No está considerado por la IARC como carcinógeno humano.

5.3.2 Paraquat

Muy soluble en agua ($\cong 700$ g/l) y muy poco soluble en disolventes orgánicos. Se inactiva al contacto con el suelo, adsorbiéndose fuertemente a sus coloides. Mientras⁷² que el paraquat libre es degradado rápidamente por los microorganismos del suelo, la degradación del adsorbido a los coloides es relativamente lenta. El paraquat arrastrado por las aguas superficiales desaparece rápidamente por adsorción a las hierbas acuáticas y por la adsorción al fango. Su vida media en suelos aerobios es de 620 días y en suelos anaerobios de 644 días. Su K_{oc} es de 10.000. Presenta riesgo potencial de contaminación de aguas subterráneas.

En cuanto a su toxicidad aguda, el paraquat es moderadamente peligroso. No está considerado por la IARC como carcinógeno humano.

5.3.3 MCPA Acido

El ácido 2-metil-4-clorofenoxiacético es muy soluble en agua (1.500 mg/l), y las sales alcalinas presentan mayor solubilidad, como la sal sódica (270 g/l). En la naturaleza, la degradación del MCPA ácido se realiza por vía microbiana. Tras un periodo de adaptabilidad de 2-3 semanas, aumenta la degradación, indicando la adaptación microbiana a este compuesto. La importancia de aclimatación de los microorganismos fue demostrada en experimentos en los cuales la degradación en el suelo no aclimatado requirió 46-82 días, pero sólo se requirieron 5-14,5 días para una degradación subsecuente en el mismo suelo. En terreno húmedo su degradación es mayor que en el seco. Su K_{oc} varía de 50 a 62, lo que sugiere elevada movilidad en el suelo.

La OMS lo clasifica como ligeramente peligroso en relación a su toxicidad aguda. La IARC lo clasifica en el grupo 2B, como posible carcinógeno humano.

5.3.4 Oxifluorfen

Es ligeramente soluble en agua, con una solubilidad de 0,1 mg/l, y es soluble en disolventes orgánicos. Su K_{oc} es de 81,3. Su vida media en aerobiosis es de 434,5 días y en anaerobiosis de 603. Su vida media hidrolítica es de 133,5 días. Se degrada por fotólisis⁷³ y puede contaminar las aguas superficiales por arrastre de lluvia o rocío, pero es improbable que contamine las aguas subterráneas, ya que es relativamente inmóvil en la columna del suelo, y por tanto, la posibilidad de lixiviación es pequeña.

El oxifluorfen⁷⁴ se adsorbe muy bien en la mayoría de suelos con elevado contenido en materia orgánica y arcilla. Una vez que se adsorbe en las partículas del suelo es difícilmente desprendido. Suelos de marga arcillosa y de marga aluvial presentan pérdidas similares del herbicida debido a la exposición solar, pero la contribución de los procesos fotoquímicos a la tasa global de disipación es más elevada en el caso del suelo orgánico que en el arcilloso.

La clasificación de la OMS indica que es improbable que en las condiciones de uso normal presente toxicidad aguda. No está considerado por la IARC como carcinógeno humano.

5.3.5 Pendimetalina

Es ligeramente soluble en agua (0,3 mg/l) y es soluble en la mayoría de disolventes orgánicos. Presenta un K_{oc} de 310,6, con una vida media en suelo aeróbico de 1.320 días, de 60 días en anaeróbico, y de 28 días de vida media

hidrolítica. Se degrada en el suelo por reacciones químicas y procesos biológicos. Se adsorbe fuertemente por la arcilla y la materia orgánica y no hay riesgo de lixiviación. Se ha encontrado en 14 muestras de aguas subterráneas, de 1.405 muestras analizadas, en concentraciones de partes por billón (ppb).

Presenta ligera toxicidad aguda, de acuerdo con la clasificación de la OMS. No está considerado por la IARC como carcinógeno humano.

5.3.6 Glufosinato amónico

Es muy soluble en agua (1.370 g/l) y poco soluble en disolventes orgánicos. Su K_{oc} es de 785 y tiene una vida media en suelos aeróbicos de 3 a 11 días y de 5 a 10 días en anaeróbicos. Su degradación se realiza rápidamente por los microorganismos del terreno. Se adsorbe por los coloides del suelo en los estratos superiores, por lo que no lixivía.

La clasificación de la OMS indica que es un producto ligeramente peligroso en relación a su toxicidad aguda. No está considerado por la IARC como carcinógeno humano.

5.3.7 Dicuat

Es una sustancia muy soluble en agua, con una solubilidad de 708 g/l, es ligeramente soluble en alcoholes y prácticamente insoluble en solventes apolares orgánicos. Se degrada por vía microbiana y fotolítica. El herbicida⁷⁰ que alcanza el suelo es fijado fuertemente por los minerales de la arcilla y este proceso inactiva la acción herbicida del dicuat. Mientras que el dicuat libre es degradado por diversos microorganismos del suelo, la degradación del adsorbido es relativamente lenta.

Tiene un K_{oc} de 352.898, una vida media en suelos aerobios de 3.450 días y de 1.060 en anaerobios. Presenta riesgo potencial de contaminación de aguas subterráneas.

Su peligrosidad de toxicidad aguda es moderada. No está considerado por la IARC como carcinógeno humano.

5.3.8 Terbutilazina

Es moderadamente soluble en agua (8,5 mg/l) y en disolventes orgánicos. Su K_{oc} es de 100 a 260, lo que indica que su movilidad en el suelo es de elevada a moderada. La vida media aeróbica varía de 88 a 116 días, dependiendo del tipo de suelo.

La terbutilazina⁷⁵ que se aplica en tareas agrícolas en la zona de recarga de los acuíferos puede ser transportada por el agua superficial y entrar en el acuífero. Incluso después de 14 años de uso continuo, no hay evidencia de la acumulación de este herbicida, y la máxima concentración encontrada (0,04 µg/l). está por debajo del límite para el agua potable de Estados Unidos.

Es improbable que presente riesgos agudos durante un uso normal y no está considerado por la IARC como carcinógeno humano.

5.3.9 Fluroxipir

Es fácilmente soluble en agua, con una solubilidad de 91 mg/l. Su K_{oc} es de 74, por lo que es de esperar que tenga una movilidad elevada en el suelo. El fluroxipir es degradado rápidamente en el terreno por los microorganismos y tiene una vida media entre 1 y 3 semanas.

En suelos agrícolas⁷⁶ de una plantación de aceite de palma de Malasia, se consideraron 3 parcelas, una sin tratar, otra tratada con la dosis recomendada y la última con el doble de la dosis aconsejada. Se monitorizaron los residuos de fluroxipir en el suelo, agua y aceite de palma a intervalos regulares después de 90 días tras el tratamiento. Se encontró que el fluroxipir lixivió a 50 cm de profundidad al primer día tras el tratamiento cuando las parcelas fueron tratadas con cualquier dosis. Sin embargo, no fue detectado en el suelo a los 14 y 21 días tras el tratamiento. Los residuos de fluoxipir fueron detectados en una corriente de agua próxima, hasta 5 días después del tratamiento en concentraciones que iban de 0,06-0,21 µg/l.

En relación a su toxicidad aguda, es improbable que presente riesgos durante su uso normal. No está listado por la IARC como carcinógeno humano.

5.3.10 Diuron

Es fácilmente soluble en agua (42 mg/l). Presenta un K_{oc} de 499, lo que indica que tendrá baja o moderada movilidad en el suelo. Su vida media aeróbica es de 372 días y en anaerobiosis de 995 días. La vida media hidrolítica es de 1.285 días. Ha sido encontrado en muestras de aguas subterráneas.

El estudio de la movilidad en el suelo de cinco herbicidas⁷⁷, alaclor, atrazina, diuron, 2-4 D (ácido 2-4 diclorofenoxiacético) y triclopir en suelos tropicales mostraron un riesgo más bajo de lixiviación que en regiones templadas, debido a las temperaturas más elevadas y a la presencia en estos tipos de suelos de mayor cantidad de partículas adsorbentes, de tal manera que las vidas medias eran inferiores y los K_{oc} más elevados que los recogidos en la literatura. Podía considerarse que los herbicidas eran inmóviles en el suelo, excepto en la época de

los ciclones en la que el riesgo de contaminación potencial de los acuíferos era elevada, debido al agua de arrastre generada por las lluvias.

En condiciones normales de uso es improbable que presente riesgo de toxicidad aguda. La IARC no lo considera como carcinógeno humano.

5.4 OTROS PLAGUICIDAS

5.4.1 Cloropicrina

Es una sustancia muy soluble en agua, con una solubilidad de 2,27 g/l. Se degrada en el suelo por vía química y microbiológica. Rápidamente se volatiliza y lixivia. Su coeficiente de adsorción es 25 y su vida media en aerobiosis es de 3 días. La vida media hidrolítica es de 191 días. Presenta un riesgo potencial de contaminación de aguas subterráneas.

El estudio de lixiviación de tres fumigantes del suelo⁷⁸, cloropicrina, 1,3-dicloropropeno y metilisocianato, demostraron que la lixiviación de los residuos era significativa. El proceso de lixiviación puede durar mucho tiempo, dependiendo de la cantidad de agua que atraviesa el perfil del terreno. La materia orgánica disuelta tiene poca influencia en el movimiento de los residuos y esto puede disminuir la lixiviación de la cloropicrina, vía degradación química.

La OMS no clasifica a la cloropicrina en cuanto a su toxicidad aguda, pero en su ficha de datos de seguridad⁷⁹ incluye el pictograma de peligro de muy tóxico. La IARC no lo considera carcinógeno humano.

5.4.2 Metam Na/K

Es muy soluble en agua (722 mg/l). Es insoluble en la mayoría de los disolventes orgánicos. Es un producto no persistente en el suelo y desaparece tras la aplicación en 2 semanas. Su vida media en aerobiosis es de 0,02 días, 1 día en anaerobiosis y su vida media hidrolítica de 3,17 días. Su K_{oc} es de 2,62, lo que indicaría su potencial elevada movilidad en suelo, y aunque su descomposición en el suelo es rápida, presenta riesgo de contaminación de aguas subterráneas.

Está considerado por la OMS como de riesgo agudo moderado. La IARC no lo considera carcinógeno humano.

5.4.3 1,3-Dicloropropeno

Es una sustancia muy soluble en agua, con una solubilidad de 2.800 mg/l, y es soluble en hidrocarburos disolventes halogenados, ésteres y cetonas. Presenta un K_{oc} estimado de 20 a 42, una vida media en suelos aerobios de 32,7 días y una vida media hidrolítica de 21,8 días. Se ha encontrado en algunas muestras de aguas profundas y de acuerdo con los parámetros anteriores presenta riesgo potencial de contaminar las aguas subterráneas.

La OMS no lo clasifica en relación a su toxicidad aguda. La ficha de datos de seguridad lo clasifica como sustancia tóxica y nociva. La IARC lo incluye en el grupo 2B como posible carcinógeno.

5.4.4 Bromuro de metilo

Es un fumigante muy soluble en agua, con una solubilidad de 15,2 g/l, y es fácilmente soluble en la mayoría de los disolventes orgánicos. Tiene un K_{oc} de 9 a 22,

dependiendo del tipo de suelo donde se aplique. Su vida media en suelo aerobio es de 9,83 días y de 3,82 en anaerobios. Ha sido detectado en algunas aguas potables y subterráneas.

No está clasificado por la OMS en relación a su toxicidad aguda, pero su ficha de datos de seguridad indica que es un producto tóxico. La IARC lo incluye en el Grupo 3, inclasificable como carcinógeno, porque los datos disponibles son incompletos o ambiguos.

5.5 DISCUSIÓN FINAL

En el presente estudio sobre los plaguicidas utilizados por las ATRIA's hemos considerado los 10 pesticidas más utilizados de cada uno de los grupos en que se clasifican según su acción principal frente a las plagas: insecticidas, fungicidas y herbicidas. Para los plaguicidas que se emplean en la desinfección de suelos solo hemos considerado los 4 que se usan.

En general, los insecticidas estudiados poseen baja solubilidad en agua, inferior al g/l, y, o son inmóviles, o presentan una baja a media movilidad en el suelo, por lo que tendrán dificultad de ser lixiviados y contaminar las aguas profundas. No sucede así con el malatión que es potencialmente contaminante de las aguas subterráneas.

Entre los fungicidas con mayor riesgo de contaminar las aguas profundas se encuentran el metalaxil, fenarimol, azoxistrobin y cimoxanilo.

Los herbicidas que presentan un potencial más elevado de contaminar las aguas subterráneas son paracuat, MCPA ácido, dicuat, terbutilazina, fluroxipir y

diuron, que a pesar de su baja movilidad en suelo ha sido encontrado en aguas profundas.

Todos los fumigantes del suelo utilizados por las ATRIA's, cloropicrina, metam-Na, 1,3-dicloropropeno y bromuro de metilo, presentan riesgo de contaminación de aguas subterráneas. En contrapartida a este riesgo, son plaguicidas que se utilizan en muy pocas hectáreas, aunque se utilizan en dosis elevadas.

Con respecto a la probabilidad de que durante su utilización normal puedan presentar riesgos de toxicidad aguda, la mayoría de los plaguicidas estudiados poseen ligera toxicidad o bien es improbable que la presenten, de acuerdo con la clasificación de la OMS¹⁴. Los pesticidas que presentan riesgo moderado de toxicidad aguda son fenitrothion, clorpirifos, lambda cihalotrin, carbosulfán y triclorfón entre los insecticidas; paracuat y dicuat entre los herbicidas y metam-Na entre los fumigantes. La cloropicrina, el 1,3-dicloropropeno y el bromuro de metilo no están clasificados por la OMS en relación a su toxicidad aguda, pero de acuerdo con sus fichas de datos de seguridad son plaguicidas muy tóxico, tóxico y nocivo y tóxico, respectivamente.

La mayoría de pesticidas estudiados no están incluidos en las listas de la IARC como carcinógenos humanos, excepto el malatión y bromuro de metilo (Grupo 3: inclasificable por datos incompletos o ambiguos) y el MCPA ácido y 1,3-dicloropropeno (Grupo 2B: posible carcinógeno)

Hay que tener en cuenta que las formulaciones que se ofrecen en el mercado contienen la materia activa, que es la que tiene acción plaguicida, pero también pueden llevar otros componentes (ingredientes inertes, coadyuvantes, aditivos) que

son productos químicos y que pueden tener un efecto perjudicial sobre el medio ambiente y la salud y que no se han considerado en este estudio.

Tal es el caso del butóxido de piperonilo (PBO)⁸⁰, producto sinergista que se emplea para aumentar la potencia y actividad de las piretrinas y piretroides y otros insecticidas y que presenta diferentes propiedades tóxicas. En exposición aguda⁸¹ se han descrito náuseas, calambres, vómitos y diarreas, irritación temporal de los ojos, irritación de la piel tras contactos repetidos e irritación de las vías respiratorias. En ratas de laboratorio⁸² sometidas a diferentes cantidades de PBO, de 0 a 500 mg/kg de peso corporal/día, se han descrito úlceras intestinales, tumores de hígado y cáncer, atrofia testicular e inhibición del sistema inmune.

Otro aditivo de los pesticidas, el tributilfosfato⁸³ es irritante para los ojos, nariz y garganta y puede causar náuseas y dolor de cabeza al inhalarlo. Es irritante en contacto con la piel. Es tóxico⁸⁴ para los invertebrados, peces y algas. Es poco móvil en el suelo.

Hemos visto alguno de los efectos que los pesticidas tienen para la salud pública y el medio ambiente, por lo que se hace necesario quizás, revisar la evaluación de riesgos⁸⁵ para la autorización de estos productos, teniendo en consideración también todos los componentes del formulado comercial, de tal manera que los estudios sobre la salud y medio ambiente incluyan todas las sustancias químicas que se aplican en los campos al realizar los tratamientos fitosanitarios.

Mientras esta ingente labor se lleva a cabo podemos seguir el principio de precaución^{86,87} en la aplicación de pesticidas. Este principio establece que cuando una sustancia representa una amenaza o un daño para la salud humana o el medio

ambiente, hay que tomar medidas de precaución, incluso cuando la relación causa-efecto no haya podido demostrarse científicamente de forma concluyente. La forma de aplicar el principio de precaución en la utilización de plaguicidas consistiría en:

- Desechar los plaguicidas más tóxicos y peligrosos para la salud y el medio ambiente y usar otros con menor toxicidad.
- Emplear la lucha biológica contra las plagas de una manera más amplia.
- Utilizar plantas más resistentes a las plagas conocidas, y finalmente,
- Usar enmiendas de suelos, tales como abonos orgánicos, que fijen los plaguicidas al terreno para que no lixivien hacia aguas subterráneas y se favorezca de este modo su degradación ambiental.

6 CONCLUSIONES

- El estudio realizado ha podido determinar los plaguicidas más empleados por las ATRIA's establecidas en la Región de Murcia. Este conocimiento permitirá a las empresas gestoras del agua de consumo humano y a la autoridad sanitaria conocer que plaguicidas deben analizarse en las aguas potables para dar cumplimiento a lo establecido en el Real Decreto 140/2003.
- La mayoría de los insecticidas estudiados son poco solubles en agua y son inmóviles en el suelo o tienen baja o moderada movilidad. Sólo el malation presenta riesgo de contaminación de aguas profundas.
- Los fungicidas potencialmente contaminantes de aguas subterráneas son el metalaxil, fenarimol, azoxistrobin y cimoxanilo.
- Los herbicidas que presentan un mayor riesgo de contaminar los acuíferos son paracuat, MCPA ácido, dicuat, terbutilazina, fluroxipir y diuron.
- Los fumigantes del suelo estudiados, cloropicrina, metam-Na, 1,3-dicloropropeno y bromuro de metilo, presentan riesgo de contaminación de aguas subterráneas, pero, sin embargo, son poco utilizados.
- En las listas de carcinógenos humanos de la IARC, solamente se encuentran incluidos los siguientes plaguicidas estudiados: malatión y bromuro de metilo (Grupo 3: inclasificable por datos incompletos o ambiguos) y el MCPA ácido y 1,3-dicloropropeno (Grupo 2B: posible carcinógeno).
- Dado el peligro que supone el uso de los plaguicidas para la salud y el medio ambiente, sería necesario aplicar el principio de precaución en su utilización.

TABLAS

Tabla 1.- Superficies cultivadas Región de Murcia. Año 2005

TIPO CULTIVO	HECTÁREAS
Cereales para grano	62.453
Cultivos forrajeros	1.178
Cultivos industriales	2.824
Flores	437
Hortalizas	48.551
Leguminosas para grano	2.158
Tubérculos consumo humano	2.205
Cítricos	39.503
Frutales no cítricos	106.057
Olivar	23.121
Otros cultivos leñosos	899
Viñedo	47.383
Viveros	221
Total cultivos agrícolas	336.990

Fuente: Modificado de la Consejería de Agricultura y Agua, CARM.

Tabla 2.- Población ocupada por sectores económicos (miles de personas). Región de Murcia. Año 2005.

SECTOR ECONÓMICO	VARONES	MUJERES	TOTAL	%
Agricultura	49,2	19,3	68,5	11,72
Industria	65,9	27,5	93,4	15,97
Construcción	93,1	4,8	97,9	16,74
Servicios	157,4	167,5	324,9	55,57
Total	365,6	219,1	584,7	100,00

Fuente: Modificado de la Consejería de Agricultura y Agua, CARM.

Tabla 3.- Evolución de los regadíos en la Cuenca del Segura.

AÑO	SUPERFICIE REGADA (ha)
1933	89.656
1956	104.420
1963	115.000
1967	117.230
1983	196.878
1988	234.445
1992	235.200

Tabla 4.- Población ocupada (miles de personas). Región de Murcia. Años 1996-2005

SECTOR	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Agricultura	35,05	43,82	50,55	57,75	57,87	62,15	61,50	64,92	70,82	68,50
Industria	60,50	64,40	70,65	71,20	76,80	81,50	81,15	90,470	94,25	93,40
Construcción	32,45	36,92	39,55	44,60	51,70	55,88	56,80	59,05	76,25	97,90
Servicios	204,45	224,55	227,33	238,18	257,78	262,20	285,70	300,33	301,18	324,90
Total	332,45	369,70	388,03	411,70	444,13	461,70	485,10	514,78	542,48	584,70

Fuente: Instituto Nacional de Estadística

Tabla 5.- Clasificación de los plaguicidas en relación a su toxicidad aguda. OMS. 2005.

LD₅₀ para la rata (mg/kg peso corporal)					
Clase	Clasificación	Oral		Dérmica	
		Sólidos	Líquidos	Sólidos	Líquidos
Ia	Extremadamente peligroso	≤5	≤20	≤10	≤40
Ib	Muy peligroso	>50	20 - 200	10-100	40 – 400
II	Moderadamente peligroso	50 - 500	200 - 2000	100-1000	400 – 4000
III	Ligeramente peligroso	> 500	> 2000	> 1000	> 4000

Tabla 6.- Consumo de plaguicidas en España. Año 2005.

PLAGUICIDA	TONELADAS (Ton)	MILLONES €
Insecticidas	17.033,58	126.072,03
Acaricidas	6.892,89	14.518,10
Nematicidas	11.971,61	26.325,75
Fungicidas	27.382,33	126.522,62
Herbicidas	23.985,20	185.728,70
Fitorreguladores	9.515,93	50.625,44
Molusquicidas y rodenticidas	3.201,78	6.348,03
Varios	2.576,31	5.720,93

Tabla 7.- Consumo de plaguicidas en Europa (EU-25+EFTA). Año 2005.

PLAGUICIDA	Millones €
Insecticidas	979
Fungicidas	2.592
Herbicidas	2.842
Otros	275
Total	6.689

Tabla 8.- Clasificación de la solubilidad de plaguicidas en el agua (FAO).

SOLUBILIDAD (mg/l, 20°C)	CLASIFICACIÓN
< 0,10	Insoluble
0,1 – 1	Ligeramente soluble
1 – 10	Moderadamente soluble
10 – 100	Fácilmente soluble
> 100	Sumamente soluble

Tabla 9.- Listado de fitosanitarios utilizados por las ATRIA's. Insecticidas-acaricidas.

INSECTICIDAS / ACARICIDAS		
ABAMECTINA	DELTAMETRIN	METIL PIRIMIFOS
ACEITE DE INVIERNO	DICOFOL	METIOCARB
ACEITE DE NEEM	DICOFOL+HEXITIAZOX	METOMILO
ACEITE DE PARAFINA	DICOFOL+TETRADIFON	NALED
ACEITE DE VERANO	DIMETOATO	OXAMILO
ACETAMIPRID	ENDOSULFAN	PIMETROZINA
ACRINATRIN	ETOFENPROX	PIRIFENOX
ALFA CIPERMETRINA	FENBUTAESTAN	PIRIMICARB
BACILLUS THURINGIENSIS	FENITROTION	PIRIPROXIFEN
BACILLUS THURINGIENSIS KURSTAKI	FENPIROXIMATO	PROPARGITA
BENFURACARB	FLUFENOXURON	SPINOSAD
BETACIFLUTRIN	FOSALON	TAU-FLUVALINATO
BIFENTRIN	FOSMET	TEBUFENOCIDA
BROMOPROPILATO	HEXITIAZOX	TEBUFENPIRAD
BUPROFEZIN	IMIDACLOPRID	TETRADIFON
CARBOSULFAN	INDOXACARB	TIACLOPRID
CIANAMIDA DE HIDROGENO	LAMBDA CIHALOTRIN	TIAMETOXAM
CIPERMETRINA	MALATION	TIODICARB
CLOFENTEZIN	METIL AZINFOS	TRICLORFON
CLORPIRIFOS	METIL CLORPIRIFOS	

Tabla 10.- Listado de fitosanitarios utilizados por las ATRIA's. Fungicidas-bactericidas.

FUNGICIDAS / ACARICIDAS	
AZOXISTROBIN	FOSETIL-AL+MANCOZEB
AZOXYSTROBIN+CIMOXANILO	HEXACONAZOL
AZUFRE	HIDROXIDO CUPRICO
AZUFRE+OXICLORURO Cu	IPRODIONA
BENALAXIL	MANCOCEB+OXICLORURO DE COBRE
BUPIRIMATO	MANCOZEB
CAPTAN	MANCOZEB+METALAXIL
CARBENDAZIMA	METALAXIL
CIMOXANILO	METALAXIL+OXICLORURO Cu
CIMOXANILO+METIRAM	METAM SODIO
CIPROCONAZOL	METIL TIOFANATO
CIPRODINIL+FLUDIOXONIL	METIRAM
CLORTALONIL	MICLOBUTANIL
COBRE-SULFATO CUPROCALCICO	OXICLORURO DE COBRE
DIFENOCONAZOL	PENCONAZOL
DIMETOMORF	PROCIMIDONA
DIMETOMORF+MANCOZEB	PROPINEB
DINICONAZOL	PROPINEB+OXICLORURO CuCa
DODINA	QUINOMETIONATO
FAMOXADONA+CIMOXANILO	QUINOSOL
FENARIMOL	QUINOXIFEN
FENARIMOL+QUINOXIFEN	TEBUCONAZOL
FENHEXAMIDA	TETRACONAZOL
FLUDIOXONIL+CIPRODINIL	TIRAM (TMTD)
FLUSILAZOL	TRIADIMENOL
FOLPET	TRIFLOXISTROBIN
FOSETIL-AL	VINCLOZOLINA

Tabla 11.- Listado de fitosanitarios utilizados por las ATRIA's. Herbicidas.

HERBICIDAS

ACIDO GIBERELICO
ALACLORO
BENFLURALINA
CLORTAL ESTER DIMETILICO
DIQUAT+PARAQUAT
DIURON+GLIFOSATO
FLUAZIFOP-P-BUTIL
FLUROXIPIR
GLIFOSATO
GLIFOSATO+MCPA
GLUFOSINATO AMONICO
LINURON
METRIBUZINA
OXIFLUORFEN
PARAQUAT
PENDIMETALINA
PROMETRINA
PROPIZAMIDA
RIMSULFURON
TERBUTILAZINA
TRIFLURALINA

Tabla 12.- Listado de fitosanitarios utilizados por las ATRIA's. Otros.

OTROS PLAGUICIDAS

BROMURO DE METILO

CLOROPICRINA

1,3-DICLOROPOPEÑO

METAM Na/K

Tabla 13.- Volumen medio de caldo utilizado en los tratamientos

CULTIVO	l/ha
Limón	2.500
Naranja-mandarina	2.500
Parral	1.000
Viñedo	1.000
Olivo	1.500
Almendo	1.000
Melocotón-nectarina	1.000
Peral	1.000
Ciruelo	1.000
Albaricoquero	1.000
Hortícolas (aire)	600
Brasicas (col, coliflor, brócoli)	600
Pimiento (invernadero)	1.000
Tomate (invernadero)	1.300
Ornamentales	600-800
Flores	1.000-1.200
Apio	600
Lechuga	500-600
Melón	500-600

Tabla 14.- Hectáreas tratadas por las ATRIA's, para los diferentes cultivos.

CULTIVO	ha tratadas
ALBARICOQUE	280,00
APIO	114,00
BRASICAS (Brócoli, col, coliflor)	423,00
CIRUELO	316,00
HORTÍCOLAS (aire)	3.300,34
LECHUGA	864,00
LIMON	11.230,90
MELOCOTON-NECTARINA	8.254,67
MELON	160,00
NARANJA-MANDARINA	448,66
PARRAL	2.510,00
PIMIENTO (Invernadero)	1.690,50
TOMATE (Invernadero)	935,76
VIÑEDO	3.212,59
Total	41.041,95

Tabla 15.- Hectáreas tratadas por las ATRIA's con insecticidas/acaricidas.

NOMBRE SUSTANCIA ACTIVA	TOTAL has. TRATADAS
FENITROTION	3.149,26
CLORPIRIFOS	2.981,43
ACRINATRIN	2.032,80
FENBUTAESTAN	1.665,41
LAMBDA CIHALOTRIN	1.642,48
PIRIPROXIFEN	1.604,57
MALATION	1.584,10
HEXITIAZOX	1.580,96
CARBOSULFAN	1.535,23
TRICLORFON	1.457,14
ABAMECTINA	1.299,55
BUPROFEZIN	1.254,88
FLUFENOXURON	1.209,99
BACILLUS THURINGIENSIS	1.205,81
IMIDACLOPRID	1.061,54
DICOFOL	1.041,74
ACEITE DE VERANO	817,43
FOSMET	813,00
PROPARGITA	771,20
ACETAMIPRID	758,29
BROMOPROPILATO	743,29
BENFURACARB	726,49
METIL CLORPIRIFOS	693,00
TIAMETOXAM	652,62
TEBUFENPIRAD	639,00
METIL PIRIMIFOS	613,00
SPINOSAD	612,58
CLOFENTEZIN	600,00
TAU-FLUVALINATO	560,00
TEBUFENOCIDA	493,50
CIPERMETRINA	492,00
PIRIMICARB	372,39
METIL AZINFOS	370,00
INDOXACARB	367,79
METOMILO	297,48
TIACLOPRID	277,00
BIFENTRIN	277,00

Tabla 15.-Hectáreas tratadas por las ATRIA's con insecticidas/acaricidas (Continuación).

NOMBRE SUSTANCIA ACTIVA	TOTAL has. TRATADAS
FENPIROXIMATO	277,00
METIL CLORPIRIFOS	277,00
ACEITE DE INVIERNO	267,20
DELTAMETRIN	239,14
PIMETROZINA	211,09
BACILLUS THURINGIENSIS KURSTAKI	170,00
CIANAMIDA DE HIDROGENO	170,00
FENBUTAESTAN	170,00
ENDOSULFAN	143,29
OXAMILO	143,29
ACEITE DE NEEM	117,40
BETACIFLUTRIN	113,00
METIOCARB	80,00
ACEITE DE PARAFINA	71,40
DIMETOATO	60,00
TETRADIFON	57,75
ETOFENPROX	52,00
FOSALON	45,00
ALFA CIPERMETRINA	35,00
PIRIFENOX	34,00
TIODICARB	24,00
TIACLOPRID	15,41
NALED	15,00

Tabla 16.- Hectáreas tratadas por las ATRIA's con fungicidas/bactericidas.

NOMBRE SUSTANCIA ACTIVA	TOTAL has. TRATADAS
MANCOZEB	4.985,98
CIMOXANILO	2.707,97
AZUFRE	2.558,87
OXICLORURO DE COBRE	2.435,89
PENCONAZOL	1.916,50
METALAXIL	1.790,20
FENARIMOL	1.712,91
AZOXISTROBIN	1.439,14
CARBENDAZIMA	1.358,50
FLUSILAZOL	1.328,21
TETRACONAZOL	1.318,07
PROCIMIDONA	1.171,98
QUINOXIFEN	1.152,11
FOSETIL-AL	1.081,20
CIPRODINIL	1.077,41
FLUDIOXONIL	1.077,41
CIPROCONAZOL	1.072,78
IPRODIONA	906,79
FAMOXADONA	839,90
METIL TIOFANATO	784,00
TIRAM (TMTD)	692,00
DIMETOMORF	667,20
MICLOBUTANIL	642,70
HEXACONAZOL	638,50
METIRAM	599,13
TRIADIMENOL	577,98
TRIFLOXISTROBIN	543,56
DINICONAZOL	447,00
COBRE-SULFATO CUPROCALCICO	447,00
BUPIRIMATO	433,91
VINCLOZOLINA	403,20
FOLPET	386,29
DODINA	377,00
CLORTALONIL	373,48
BENALAXIL	366,00
CAPTAN	289,00
PROPINEB	269,48
METIL TIOFANATO	202,98
TRIFLOXISTROBIN	170,00
FENHEXAMIDA	170,00
METAM SODIO	166,29
QUINOSOL	163,29
TEBUCONAZOL	131,26
QUINOMETIONATO	55,00
CARBENDACIMA	42,20
DIFENOCONAZOL	34,00
OXICLORURO DE CuCa	30,00
HIDROXIDO CUPRICO	1,50

Tabla 17.- Hectáreas tratadas por las ATRIA's con herbicidas.

NOMBRE SUSTANCIA ACTIVA	TOTAL has. TRATADAS
GLIFOSATO	3.658,01
PARAQUAT	2.191,78
MCPA ACIDO	1.287,49
OXIFLUORFEN	1.099,20
PENDIMETALINA	1.087,00
GLUFOSINATO AMONICO	853,29
DIQUAT	793,29
TERBUTILAZINA	600,00
FLUROXIPIR	600,00
DIURON	600,00
FLUAZIFOP-P-BUTIL	265,29
PROPIZAMIDA	158,00
METRIBUZINA	143,29
CLORTAL ESTER DIMETILICO	70,00
ACIDO GIBERELICO	60,00
LINURON	55,00
RIMSULFURON	46,19
ALACLORO	43,00
BENFLURALINA	30,00
QUIZALOFOP-P-ETIL	29,00
PROMETRINA	19,00
TRIFLURALINA	5,00

Tabla 18.- Hectáreas tratadas por las ATRIA's con otros plaguicidas

NOMBRE SUSTANCIA ACTIVA	TOTAL has. TRATADAS
COROPICRINA	208,29
METAM Na/K	143,29
1,3-DICLOROPOENO	143,29
BROMURO DE METILO	15,00

Tabla 19.- Cantidad de sustancia activa pura de insecticidas/acaricidas consumidas por las ATRIA's al año

NOMBRE SUSTANCIA ACTIVA	l, kg S.A./has Tratadas/Año
CLORPIRIFOS	349,54
FENITROTION	265,33
ACEITE DE VERANO	254,53
MALATION	102,77
ACEITE DE INVIERNO	66,40
TRICLORFON	63,17
DICOFOL	50,50
ACEITE DE PARAFINA	42,50
SPINOSAD	37,44
OXAMILO	28,80
CIANAMIDA DE HIDROGENO	26,00
ACEITE DE NEEM	25,00
FENBUTAESTAN	23,05
BACILLUS THURINGIENSIS	19,60
ACETAMIPRID	15,62
METOMILO	15,00
CARBOSULFAN	14,36
ENDOSULFAN	9,98
BUPROFEZIN	9,07
PIRIMICARB	9,05
FOSMET	8,70
BROMOPROPILATO	8,20
PROPARGITA	8,10
METIL PIRIMIFOS	6,25
ACRINATRIN	5,45
HEXITIAZOX	4,66
PIMETROZINA	4,16
FLUFENOXURON	4,09
BENFURACARB	4,00
IMIDACLOPRID	3,54
METIL CLORPIRIFOS	3,14
PIRIPROXIFEN	2,84
LAMBDA CIHALOTRIN	2,33
FOSALON	2,12
METIOCARB	2,00
NALED	1,86
METIL CLORPIRIFOS	1,79

Tabla 19.- Cantidad de sustancia activa pura de insecticidas/acaricidas consumidas por las ATRIA's al año (Continuación).

NOMBRE SUSTANCIA ACTIVA	I, kg S.A./has Tratadas/Año
METIL AZINFOS	1,50
TEBUFENOCIDA	1,49
CIPERMETRINA	1,24
TIAMETOXAM	1,16
TETRADIFON	1,02
TIACLOPRID	0,96
ETOFENPROX	0,72
ABAMECTINA	0,69
TAU-FLUVALINATO	0,60
INDOXACARB	0,56
TIODICARB	0,56
FENBUTAESTAN	0,55
TEBUFENPIRAD	0,53
DIMETOATO	0,48
CLOFENTEZIN	0,25
DELTAMETRIN	0,25
TIACLOPRID	0,19
BACILLUS THURINGIENSIS KURSTAKI	0,16
BIFENTRIN	0,16
FENPIROXIMATO	0,15
ALFA CIPERMETRINA	0,15
PIRIFENOX	0,04
BETACIFLUTRIN	0,03

Tabla 20.- Cantidad de sustancia activa pura de fungicida/bactericida consumidas por las ATRIA's al año

NOMBRE SUSTANCIA ACTIVA	l, kg S.A./has Tratadas/Año
METAM SODIO	3.150,00
AZUFRE	1.180,66
MANCOZEB	149,93
OXICLORURO DE COBRE	90,90
FOSETIL-AL	32,20
PROPINEB	31,82
TIRAM (TMTD)	30,40
PROCIMIDONA	27,10
IPRODIONA	22,93
FOLPET	20,16
CORTALONIL	18,75
METALAXIL	14,26
QUINOSOL	14,00
METIRAM	12,88
CLORTALONIL	11,70
AZOXISTROBIN	11,70
CAPTAN	10,50
CARBENDAZIMA	9,30
CIPRODINIL	7,39
METIL TIOFANATO	7,28
CIMOXANILO	5,48
TRIADIMENOL	4,94
FLUDIOXONIL	4,93
METIL TIOFANATO	4,83
VINCLOZOLINA	4,75
FLUSILAZOL	3,95
TEBUCONAZOL	3,06
DIMETOMORF	3,02
BUPIRIMATO	2,90
CARBENDACIMA	2,50
QUINOXIFEN	2,32
TRIFLOXISTROBIN	2,03
DODINA	1,95
PENCONAZOL	1,58
MICLOBUTANIL	1,58
TETRACONAZOL	1,49
FAMOXADONA	1,44
OXICLORURO DE CuCa	1,36
BENALAXIL	1,32
FENARIMOL	1,12
HIDROXIDO CUPRICO	1,05
CIPROCONAZOL	0,84
DIFENOCONAZOL	0,65
COBRE-SULFATO CUPROCALCICO	0,60
QUINOMETIONATO	0,30
HEXAACONAZOL	0,17
DINICONAZOL	0,15
TRIFLOXISTROBIN	0,08
FENHEXAMIDA	0,01

Tabla 21.- Cantidad de sustancia activa pura de herbicidas consumidas por las ATRIA's al año.

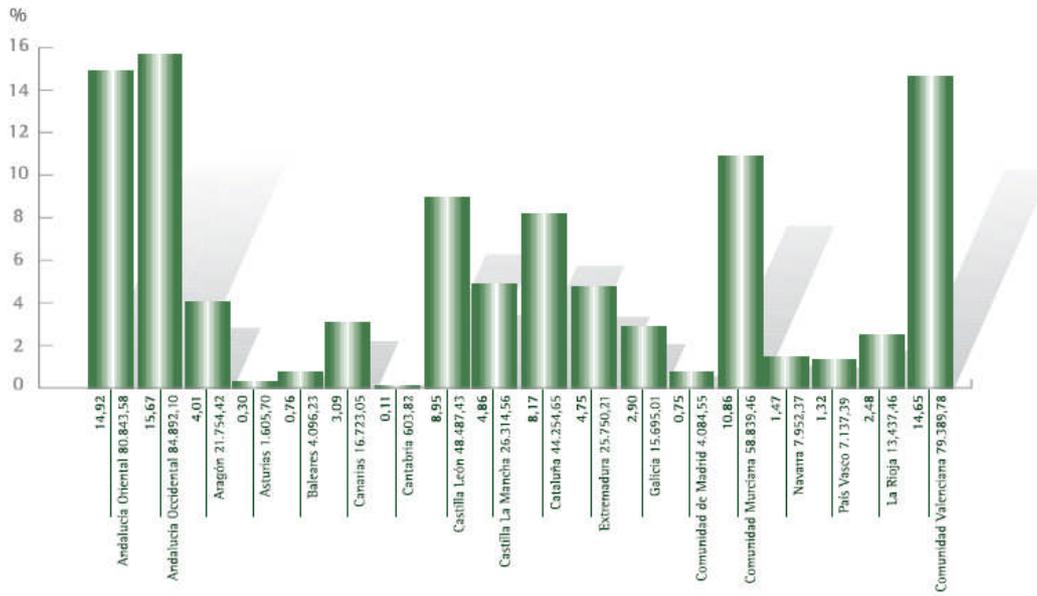
NOMBRE SUSTANCIA ACTIVA	l, kg M.A./Total ha/Año
GLIFOSATO	156,89
PARAQUAT	18,54
PENDIMETALINA	16,01
CLORTAL ESTER DIMETILICO	12,75
GLUFOSINATO AMONICO	8,10
PROPIZAMIDA	7,70
OXIFLUORFEN	5,88
ALACLORO	4,80
MCPA ACIDO	3,60
LINURON	3,25
METRIBUZINA	3,15
TERBUTILAZINA	2,25
FLUAZIFOP-P-BUTIL	2,25
DIQUAT	2,16
DIURON	2,10
TRIFLURALINA	1,92
BENFLURALINA	1,62
PROMETRINA	1,00
FLUROXIPIR	0,30
QUIZALOFOP-P-ETIL	0,13
RIMSULFURON	0,04
ACIDO GIBERELICO	0,01

Tabla 22.- Cantidad de sustancia activa pura de otros plaguicidas consumidas por las ATRIA's al año.

NOMBRE SUSTANCIA ACTIVA	l, kg M.A./Total ha/Año
METAM Na/K	3.600,00
1,3-DICLOROPOPEÑO	1.699,20
COROPICRINA	589,20
BROMURO DE METILO	201,00

FIGURAS

Ventas por autonomías



Total Nacional: 541.861,79 Millones de Euros

Figura 1.- Consumo de plaguicidas por Comunidades Autónomas. España. 2005. Millones €

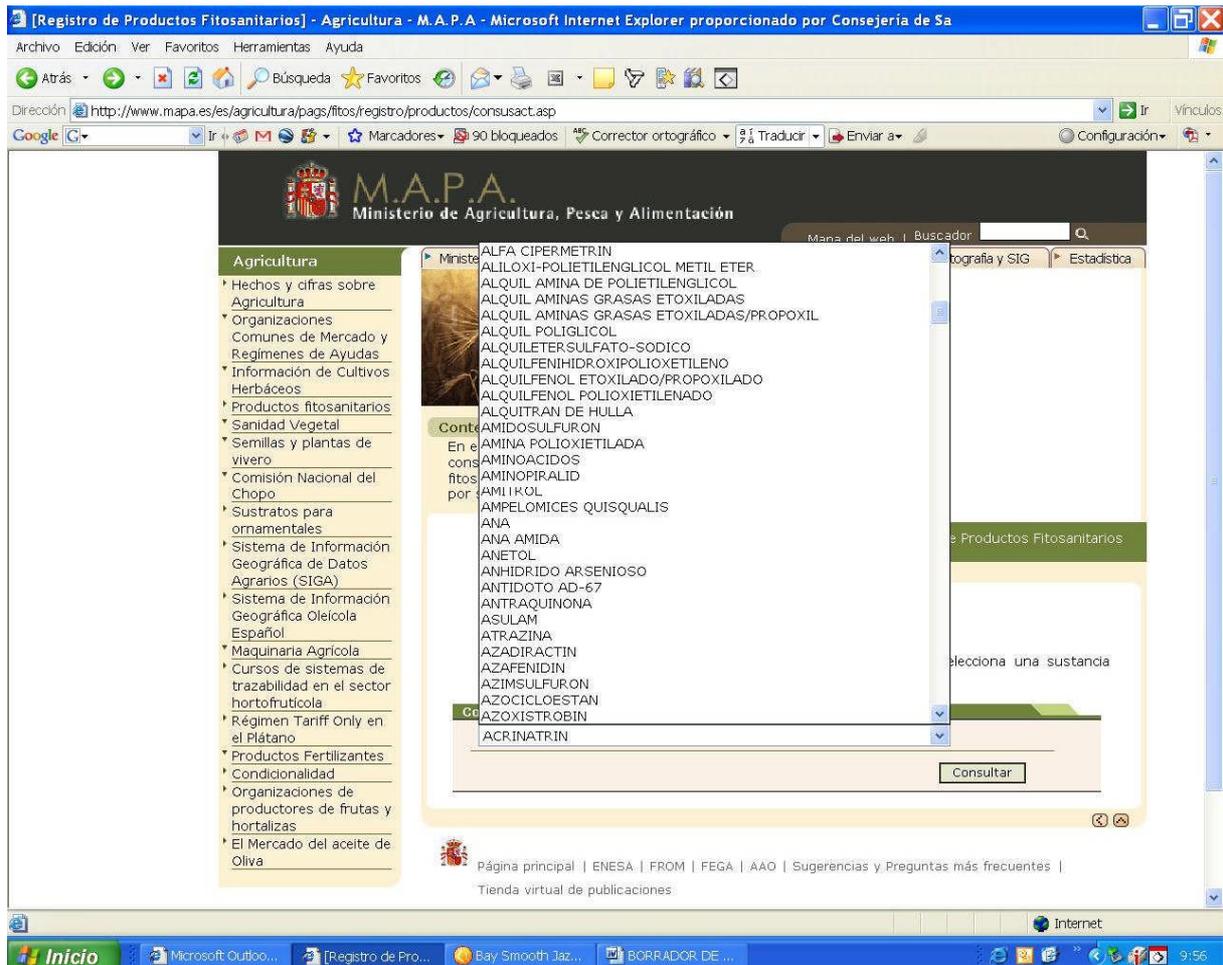


Figura 2.- Página principal de la web del Registro de Productos Fitosanitarios. MAPA.

APENDICES

APENDICE 1

ENCUESTA PLAGUICIDAS

INTRODUCCIÓN

El Real Decreto 140/2003 sobre Normativa Sanitaria de Aguas de Consumo Humano en su Anexo I nota nº 6 dice textualmente:

*“Las comunidades autónomas velaran para que se adopten las medidas necesarias para poner a **disposición de la autoridad sanitaria** y de los gestores del abastecimiento el listado de plaguicidas fitosanitarios utilizados mayoritariamente en cada una de las campañas contra las plagas del campo y que puedan estar presentes en los recursos hídricos susceptibles de ser utilizados para la producción de agua de consumo humano”.*

Por ello, de acuerdo con este Real Decreto el objetivo de esta encuesta es conocer los plaguicidas que más se utilizan en la Región de Murcia, fechas de utilización y zonas en las que se utilizan

ENCUESTA

Se debe cumplimentar una sola encuesta por ATRIA. En cada encuesta se pondrá el nombre de la ATRIA, dirección y municipio o municipios en donde se encuentran los cultivos.

La encuesta consta de cuatro apartados:

Insecticidas –acaricidas.

Funguicidas-bactericidas.

Herbicidas.

Otros (nematicidas, desinfectantes del suelo, etc.).

Se deberá iniciar la encuesta por el primer apartado: “Insecticidas- acaricidas”, ya que al cumplimentar en ella los datos generales como son nombre de la ATRIA, dirección, etc., se rellenan automáticamente los demás apartados.

Cada apartado consta de las siguientes columnas:

NOMBRE SUSTANCIA ACTIVA: Para la cumplimentación y su análisis, se facilita un listado por orden alfabético de las materias más utilizadas, en la misma hoja de Excel. Haciendo clic en la casilla aparece el listado, a continuación se hace clic en la materia que nos interesa. En caso de no aparecer la sustancia deseada se añadirá manualmente y para hacerlo se seleccionará la última casilla de la lista que está en blanco y a continuación se escribe el nombre del fitosanitario de que se trate.

% EN FORMULADO: Concentración de la materia activa en el formulado comercial en %. Si el producto comercial tiene varias sustancias activas, se pondrán todas con su % correspondiente.

% EN CUBA: Concentración a la que se mezcla el formulado comercial, expresado en litros o kilogramos por 100 litros de agua. En caso de que la dosis se conozca en kg. ó l por ha y no en % se pondrá en la columna siguiente.

L, Kg/ha: Si se han cumplimentado las dos columnas anteriores esta no se ha de rellenar, si no es el caso, en esta columna se pone la dosis en L ó Kg/ha.

Cultivo: Se facilita un listado de cultivos por orden alfabético. Haciendo clic en la casilla aparece el listado; a continuación se hace clic en el cultivo deseado y, en caso de no aparecer, en la última casilla del listado que se encuentra en blanco, se puede manualmente escribir el cultivo deseado.

has. TRATADAS / VEZ: Se pondrá el número de hectáreas tratadas.

Nº VECES USO POR CICLO: Numero medio de veces que se trata el cultivo en cada ciclo biológico de la planta. En el caso de árboles frutales o viñedos se entiende que el ciclo es anual. Para plantas hortícolas se entiende el ciclo vital de la planta, que suele ser inferior a un año.

MESES DE UTILIZACION: Se pondrá una **X** en la casilla de los meses en los que se realice el tratamiento.

Una vez cumplimentada la encuesta remitirla a la dirección de correo electrónico:

felix.talavera@carm.es

MUCHAS GRACIAS POR SU COLABORACION

APENDICE 2

092806

Registro de Productos FitoSanitarios

Nº Registro: 23.376

Nombre comercial: GAZEL

Titular:

NISSO CHEMICAL EUROPE GMBH
Steinstrasse, 27
D-40210 Dusseldorf
ALEMANIA

Fabricante:

NIPPON SODA CO. LTD.
2-1 Ohtemachi 2-chome.
100 Chiyoda-Ku
TOKYO
JAPON

Fecha de inscripción: 24/11/2004

Fecha de caducidad: 24/11/2014

Tipo de envase:

Paquetes de 1kg y bolsas hidrosolubles de 8, 50, 125 y 500 g.

Composición: ACETAMIPRID 20% [SP] P/P

Tipo de preparado: POLVO SOLUBLE EN AGUA [SP]

Tipo de función: Insecticida

Ámbitos de utilización: Cultivos, Plantaciones Agrícolas

Usos autorizados:

<u>Cultivo/Especie:</u>	<u>Plaga/Efecto:</u>	<u>Dosis:</u>	<u>P.S.</u>
(1) Algodonero	MOSCA BLANCA	300 g/ha	14
(2) Algodonero	PULGONES	125-250 g/ha	14
(3) Berenjena	MOSCA BLANCA	35-50 g/HA	3
(4) Berenjena	PULGONES	25-35 g/HA	3
(5) Cítricos	MINADOR	35-50 g/HA	NP
(6) Cítricos	MOSCA BLANCA	35-50 g/HA	NP
(7) Cítricos	PULGONES	25-35 g/HA	NP
(8) Lechuga	PULGONES	25-35 g/HA	3
(9) Manzano	PULGONES	25-35 g/HA	14
(10) Melocotonero	PULGONES	25-35 g/HA	14
(11) Pepino	MOSCA BLANCA	35-50 g/HA	3
(12) Peral	PULGONES	25-35 g/HA	14
(13) Pimiento	MOSCA BLANCA	35-50 g/HA	3
(14) Pimiento	PULGONES	25-35 g/HA	3
(15) Tabaco	PULGONES	250 g/ha	14
(16) Tomate	MOSCA BLANCA	35-50 g/HA	3
(17) Tomate	PULGONES	25-35 g/HA	3

P.S.: Plazo de seguridad (días)

Registro de Productos FitoSanitarios

Nº Registro: 23.376
Nombre comercial: GAZEL

Condicionamientos fitoterapéuticos:

Generales: Aplicar en pulverización normal.

Específicos: (1), (2), (15) Efectuar de 1 a 2 tratamientos y un intervalo de 20 días.
 (3), (13), (16) Sólo en cultivos al aire libre. Efectuar de 1 a 2 tratamientos con un máximo de 500 g/Ha. y un intervalo de 20 días.
 (4), (14), (17) Sólo en cultivos al aire libre. Efectuar de 1 a 2 tratamientos con un máximo de 250 g/Ha. y un intervalo de 20 días.
 (5), (6), (7) Sólo en plantones. Efectuar de 1 a 2 tratamientos con un máximo de 500 g/Ha. y un intervalo de 30 días.
 (8) Sólo en cultivos al aire libre. Efectuar de 1 a 2 tratamientos con un máximo de 300 g/Ha. y un intervalo de 14 a 20 días.
 (9), (12) Efectuar de 1 a 2 tratamientos con un máximo de 375 g/ha. y un intervalo de 20 días.
 (10) El cultivo del melocotonero incluye las diferentes variedades (nectarino etc.) salvo para las que el titular advierta en la etiqueta que pueda producirse fitotoxicidad. Efectuar de 1 a 2 tratamientos con un máximo de 375 g/ha. y un intervalo de 20 días.
 (11) Sólo en cultivos al aire libre. Efectuar de 1 a 2 tratamientos con un máximo de 500 g/Ha. y un intervalo de 14 a 20 días.

Condicionamientos preventivos de riesgos:

Mitigación de riesgos medioambientales:

Para proteger los organismos acuáticos, respétese sin tratar una banda de seguridad de 40 m hasta las masas de agua superficial.

Mitigación de riesgos en la manipulación:

Aplicación manual y mediante tractor. Los operarios deberán utilizar guantes adecuados durante las operaciones de mezcla/carga y aplicación, así como ropa de protección adecuada para el tronco y las piernas.

Para cultivos bajos en aplicación manual, sólo se utilizarán bolsas hidrosolubles.

Restricciones por clases de usuarios:

Uso reservado a agricultores y aplicadores profesionales

Envases:

Todos los tipos de envases deberán cumplir los requisitos establecidos por el Real Decreto 255/2003.

Indicar en la etiqueta la obligación de entregar los envases vacíos a un gestor autorizado de residuos clasificados y peligrosos así como las opciones alternativas que el titular está obligado a ofrecer, conforme a lo establecido en el R.D. 1416/01, de entregarlos directamente al sistema integrado de gestión al que esté adherido o al propio, de depósito, devolución y retorno, a través del punto de venta donde el usuario lo adquiera.

Clasificación y etiquetado (R.D. 255/2003):

Clasificación :	Nocivo
Símbolos y pictogramas:	Xn 0
Frases de riesgo:	R22
Consejos de prudencia:	S2, S13, S45, S22, S36/37
Otras indicaciones reglamentaria	La frase: "A FIN DE EVITAR RIESGOS PARA LAS PERSONAS Y EL MEDIO AMBIENTE SIGA LAS INSTRUCCIONES DE USO", en caracteres que resalten del texto. SP1: NO CONTAMINAR EL AGUA CON EL PRODUCTO NI CON SU ENVASE. (No limpiar el equipo de aplicación del producto cerca de aguas superficiales/Evitese la contaminación a través de los sistemas de evacuación de aguas de las explotaciones o de los caminos).

LITERATURA CITADA:

1. Región de Murcia digital (página de Internet). Murcia. Consejería de Economía, Empresa e Innovación. 2007. Historia de la Región de Murcia. Accedido el 2 de abril 2007. Disponible en: http://www.regmurcia.com/servlet/s.SI?sit=c.373.m.1915.&r=ReP-3956-DETALLE_REPORTAJESPADRE.
2. Programa Kairos (página de Internet). Historia de España. Ministerio de Educación y Ciencia. Madrid. Accedido el 4 de abril de 2007. Disponible en: <http://iris.cnice.mec.es/kairos/enseanzas/bachillerato/espana/espana.html>.
3. Centro Regional de Estadística de Murcia (pagina de Inernet). Consejería de Economía, Empresa e Innovación. Murcia. Anuario Estadístico de la Región de Murcia 2005. Accedido el 7 de abril de 2007 .Disponible en: <http://www.carm.es/econet/anuario/a06/Tomol/doc/R3.doc>.
4. Instituto Nacional de Estadística.(pagina de Internet). Ministerio de Economía y Hacienda. Madrid. Encuesta de población activa. Accedido el 7 de abril de 2007. Disponible en: <http://www.ine.es/>.
5. Estadística Agraria Regional (pagina de Internet). Consejería de Agricultura y Agua. 2004. Accedido el 9 de abril de 2007. [http://www.carm.es/neweb2/servlet/integra.servlets.ControlPublico?IDCONTENIDO=1174&IDTIPO=100&RAS_TRO=c428\\$m](http://www.carm.es/neweb2/servlet/integra.servlets.ControlPublico?IDCONTENIDO=1174&IDTIPO=100&RAS_TRO=c428$m).
6. Consejo Económico y Social de la Región de Murcia (pagina de Internet). Recursos hídricos y su importancia en el desarrollo de la Región de Murcia. Capítulo 1: Antecedentes de la gestión del agua e impacto general de la sequía. 1996. Accedido el 9 de abril de 2007. Disponible en: http://www.cesmurcia.org/estudios/estudios_01/indice_del_estudio_01.html.
7. International Organization for Biological Control of Noxious Animals and Plants (pagina de internet). Accedido el 10 de abril de 2007. <http://www.unipa.it/iobc/view.php?pg=home>.
8. Real Decreto 2163/1994, de 4 de noviembre, por el que se implanta el sistema armonizado comunitario de autorización para comercializar y utilizar productos fitosanitarios. B.O.E. nº 276, 18 noviembre 1994, 35452-63.
9. Orden de 17 de noviembre de 1989 por la que se establece un programa de promoción de la lucha integrada contra las plagas de los diferentes cultivos a través de las Agrupaciones para Tratamientos integrados en Agricultura (ATRIA's). B.O.E. nº 280, 22 noviembre1989, 36555 -56.
10. Real Decreto 3349/1983, de 30 de noviembre, por el que se aprueba la Reglamentación técnico-sanitaria para la fabricación, comercialización y utilización de plaguicidas. B.O.E. nº 20, 24 enero 1984, 1850-56.
11. Sanz J, Sánchez JI. Plaguicidas. Descripción y Generalidades. Edita Imprenta Regional. Plaguicidas: Prevención de riesgos. Monografías de Sanidad Ambiental. Murcia: Consejería de Sanidad y Política Social; 1998. p. 9-17.
12. Definiciones para los fines del Codex Alimentarius (pagina de Internet). Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Accedido el 10 de abril de 2007. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/W5975S/w5975s08.htm>.
13. Contaminación por fitosanitarios. Departamento de Edafología. Universidad de Granada. Accedido el 10 de abril de 2007. Disponible en: <http://edafologia.ugr.es/conta/tema13/clasif.htm>.
14. Real Decreto 255/2003, de 28 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento sobre clasificación, envasado y etiquetado de preparados peligrosos. B.O.E. nº 54, 4 marzo 2003, 8433-69.
15. The WHO recommended classification of pesticides by hazard and guidelines to classification: 2004. World Health Organization. 2005. Accedido el 11 de abril de 2007. Disponible en: <http://www.inchem.org/documents/pds/pdsother/class.pdf>.
16. Memoria 2005. Asociación Empresarial para la Protección de las Plantas (AEPLA). Accedido el 11 de abril de 2007. Disponible en: [http://www.aepla.es/docs/Publicaciones/Publicaciones%20-%20Memoria%20AEPLA%202005%20\(150306\).pdf](http://www.aepla.es/docs/Publicaciones/Publicaciones%20-%20Memoria%20AEPLA%202005%20(150306).pdf).

-
17. ECPA Annual Review 2005-2006. European Crop Protection Association (ECPA). Accedido el 11 de abril de 2007. Disponible en:
http://www.ecpa.be/files/ecpa/documentslive/22/15760_ECPA%20Annual%20Review%202005-2006.pdf.
 18. UPA, IFES, Amadeus, BFW, Biocert, Escola Superior Agraria Ponte de Lima, LRF. Consultor de agricultura ecológica. Proyecto piloto europeo Forecología. Programa Leonardo da Vinci. UE. Accedido el 12 de abril de 2007. Disponible en: http://www.amadeus.or.at/ikreator/ama/cms_pub/file_00000402/consultor.pdf.
 19. Persistent organic pollutants: a legacy of environmental harm and threats to health. Washington, DC, World Bank, May 2003 (Environment Strategy Series, No. 6). Accedido el 12 de abril de 2007. Disponible en:
http://www-wds.worldbank.org/external/default/WDSContentServer/WDSP/IB/2003/07/16/000012009_20030716140315/R/endered/PDF/262830PAPER0Env0Strat0Note06.pdf.
 20. Compuestos Orgánicos Persistentes. Conocimientos Básicos. Edita Consejería de Agricultura, Agua y Medio Ambiente Región de Murcia. 2004. p. 3-11.
 21. Fishel, F. Pesticides and the Environment . UNIVERSITY EXTENSION, UNIVERSITY OF MISSOURI-COLUMBIA. Accedido el 13 de abril de 2007. Disponible en:
<http://extension.missouri.edu/explorepdf/agguides/pests/q07520.pdf>.
 22. De Liñán Vicente. Farmacología Vegetal. 3ª Ed. Ediciones Agrotécnicas. Madrid. 2003.
 23. Ouyang Y, Ou LT, Sigua GC. Characterization of the pesticide chlordane in estuarine river sediments. J Environ Qual. 2005 Mar-Apr; 34(2): 544-51.
 24. Staña J, Florian M, Vaculik P, Rigerová L, Tieffová P. Monitoring of persistent organochlorine pesticides in soils of the Czech Republic. Workshop: Persistent substances contamination of the European Region. University Brno. Czech Republic. November 10-12. 2003. Accedido el 13 de abril de 2007. Disponible en:
http://www.recetox.muni.cz/coe/sources/workshop_1_rba_pts/V02-Sanka.pdf.
 25. Hildebrandt A, Lacorte S, Barcelo D. Assessment of priority pesticides, degradation products, and pesticide adjuvants in groundwaters and top soils from agricultural areas of the Ebro river basin. Anal Bioanal Chem 2007 Feb; 387(4): 1459-68.
 26. Troiano J, Weaver D, Marade J, Spurlock F, Pepple M, Nordmark C, Bartkowiak D. Summary of well water sampling in California to detect pesticide residues resulting from nonpoint-source applications. J Environ Qual. 2001 Mar-Apr; 30(2): 448-59.
 27. Postle JK, Rheineck BD, Allen PE, Baldock JO, Cook CJ, Zogbaum R, Vandenbrook JP. Chloroacetanilide herbicide metabolites in Wisconsin groundwater: 2001 survey results. Environ Sci Technol. 2004 Oct 15; 38(20): 5339-43.
 28. Maloschik, E, Ernst, A, Hegedus, G, Darvas, B, Szekacs, A, Monitoring water-polluting pesticides in Hungary. Microchem J 2007 Jan; 85 (1): 88-97
 29. L.M.White, E. William, G. Julian, C. Garron and L. Martin. Ambient air concentrations of pesticides used in potato cultivation in Prince Edward Island, Canada. Pest Manag Sci. 2006 Feb; 62(2): 126-36.
 30. Foreman WT, Majewski MS, Goolsby DA, Wiebe FW, Coupe RH. Pesticides in the atmosphere of the Mississippi River Valley, part II--air. Sci Total Environ. 2000 Apr 5; 248(2-3): 213-26
 31. Pesticide Action Network (PAN) (base de datos en internet) Pesticides Database. California regulatory information. Actualizado 13 junio 2005. Accedido el 15 de abril de 2007. Disponible en:
http://www.pesticideinfo.org/Docs/ref_regulatoryCA.html#CAGroundWater.
 32. Evaluación de la contaminación del suelo. Manual de referencia. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, 2000. Accedido el 15 de abril de 2007. Disponible en:
<http://www.fao.org/docrep/005/x2570s/X2570S08.htm#app2>
 33. Damstra T, Barlow S, Bergman A, Kavlok R, Van der Kraak, eds. Global assessment of the state-of-the-science of endocrine disruptors. Geneva, UNEP/ILO/WHO International Programme on Chemical Safety

(IPCS) and World Health Organization, 2002 (WHO/PCS/EDC/02.2). Chapter 1. Accedido el 15 de abril de 2007. Disponible en: http://www.who.int/ipcs/publications/new_issues/endocrine_disruptors/en/.

34. Olea N, Zuluaga A, Exposición infantil a disruptores endocrinos. *An Esp Pediatr* 2001; 54 (Supl 1): 58-62
35. Damstra T, Barlow S, Bergman A, Kavlok R, Van der Kraak, eds. Global assessment of the state-of-the-science of endocrine disruptors. Geneva, UNEP/ILO/WHO International Programme on Chemical Safety (IPCS) and World Health Organization, 2002 (WHO/PCS/EDC/02.2). Chapter 5. Accedido el 16 de abril de 2007. Disponible en: http://www.who.int/ipcs/publications/new_issues/endocrine_disruptors/en/
36. Garcia-Rodriguez J, Garcia-Martin M, Noguera-Ocana M, de Dios Luna-del-Castillo J, Espigares Garcia M, Olea N, Lardelli-Claret P. Exposure to pesticides and cryptorchidism: geographical evidence of a possible association. *Environ Health Perspect*. 1996; Oct; 104(10): 1090-5.
37. Bhatia R, Shiao R, Petreas M, Weintraub JM, Farhang L, Eskenazi B. Organochlorine pesticides and male genital anomalies in the child health and development studies. *Environ Health Perspect* Feb 2005; 113 (2): 220-24
38. Greenlee AR, Ellis TM, Berg RL. Low-dose agrochemicals and lawn-care pesticides induce developmental toxicity in murine preimplantation embryos. *Environ Health Perspect*. 2004 May; 112(6): 703-9
39. González A, García-Rodríguez LA. Estudios de cohortes y de casos y controles: qué podemos esperar de ellos. *GH Continuada*. Enero-Febrero 2003; 2 (1); 52-6. Disponible en: <http://213.4.18.135:8080/98.pdf>
40. Beseler C, Stallones L, Hoppin JA, Alavanja MC, Blair A, Keefe T, Kamel F. Depression and pesticide exposures in female spouses of licensed pesticide applicators in the agricultural health study cohort. *J Occup Environ Med* 2006 Oct ; 48 (10): 1005-13.
41. Mills PK, Yang R. Regression analysis of pesticide use and breast cancer incidence in California Latinas. *J Environ Health*. 2006 Jan-Feb; 68(6): 15-22.
42. Engel LS, Hill DA, Hoppin JA, Lubin JH, Lynch CF, Pierce J, et al. Pesticide Use and Breast Cancer Risk among Farmers' Wives in the Agricultural Health Study. *Am J Epidemiol*. 2005 Jan 15; 161(2): 121-35.
43. Guo J, Pukkala E, Kyyronen P, Lindbohm ML, Heikkila P, Kauppinen T. Testicular cancer, occupation and exposure to chemical agents among Finnish men in 1971-1995. *Cancer Causes Control*. 2005 Mar; 16(2): 97-103.
44. Van Maele-Fabry, G, Willems, JL. Occupation related pesticide exposure and cancer of the prostate: a meta-analysis. *Occup Environ Med* Sep 2003; 60 (9): 634-42.
45. Mahajan R, Blair A, Lynch CF, Schroeder P, Hoppin JA, Sandler DP, Alavanja MC. Fonofos exposure and cancer incidence in the Agricultural Health Study. *Environ Health Persp* Dec 2006; 114 (12): 1838-42.
46. Mahajan R, Bonner MR, Hoppin JA, Alavanja MC. Phorate exposure and incidence of cancer in the agricultural health study. *Environ Health Persp* Aug 2006; 114 (8): 1205-09.
47. Hou L, Lee WJ, Rusiecki J, Hoppin JA, Blair A, Bonner MR, Lubin JH, Samanic C, Sandler DP, Dosemeci M, Alavanja MC. Pendimethalin exposure and cancer incidence among pesticide applicators. *Epidemiology* May 2006; 17 (3): 302-07.
48. De Roos AJ, Blair A, Rusiecki JA, Hoppin JA, Svec M, Dosemeci M, Sandler DP, Alavanja MC. Cancer incidence among glyphosate-exposed pesticide applicators in the agricultural health study. *Environ Health Perspect*. 2005 Jan; 113(1): 49-54.
49. Bretveld RW, Thomas CM, Scheepers PT, Zielhuis GA, Roeleveld N. Pesticide exposure: the hormonal function of the female reproductive system disrupted? *Reprod Biol Endocrinol*. 2006 May 31; 4:30
50. Blair A, Sandler D, Thomas K, Hoppin JA, Kamel F, Coble J, et al. Disease and injury among participants in the Agricultural Health Study. *J Agric Saf Health* May 2005; 11 (2): 141-50
51. Orden de 8 de marzo de 1994, por la que se establece la normativa reguladora de la homologación de cursos de capacitación para realizar tratamientos con plaguicidas. B.O.E. nº 63, 15 marzo 1994, 8499-01.

-
52. Orden de 5 de enero de 2000 por la que se modifica el anexo IV de la Orden de 8 de marzo de 1994 por la que se establece la normativa reguladora de la homologación de cursos de capacitación para realizar tratamientos con plaguicidas. B.O.E. nº 7, 8 enero 2000, 832-32.
53. Orden PRE/2922/2005, de 19 de septiembre, por la que se modifica la Orden de 8 de marzo de 1994, por la que se establece la normativa reguladora de la homologación de los cursos de capacitación para realizar tratamientos con plaguicidas. B.O.E. nº 228, 23 septiembre 2005, 31608-11.
54. Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano B.O.E. nº 45, 21 febrero 2003, 7228-45.
55. Pesticide Action Network (PAN) (base de datos en Internet) Pesticides Database. Actualizado 19 abril 2007: Version 7.3. Disponible en: <http://www.pesticideinfo.org/Index.html>.
56. Hazardous Substances Data Bank (HSDB) (base de datos en internet). U.S. National Library of Medicine. National Institutes of Health. U.S.A. Actualizado 8 abril 2006. Disponible en: <http://toxnet.nlm.nih.gov/cgi-bin/sis/htmlgen?HSDB>
57. ChemIDplus Advanced (base de datos en internet). U.S. National Library of Medicine. National Institutes of Health. U.S.A. Actualizado 24 enero 2006. Disponible en: <http://chem.sis.nlm.nih.gov/chemidplus/>
58. International Programme on Chemical Safety (INCHEM) (base de datos en Internet). Disponible en: <http://www.inchem.org/>
59. Registro de Productos Fitosanitarios (base de datos en internet). Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. España. Disponible en: <http://www.mapa.es/es/agricultura/pags/fitos/registro/productos/consusact.asp>
60. International Programme on Chemical Safety (INCHEM). Environmental Health Criteria 133: Fenitrothion. Accedido el 20 de abril de 2007. Disponible en: <http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc133.htm>.
61. Wu L, Green RL, Liu G, Yates MV, Pacheco P, Gan J, Yates SR. Partitioning and persistence of trichlorfon and chlorpyrifos in a creeping bentgrass putting green. J Environ Qual. May-Jun 2002; 31(3):889-95
62. Lu J, Wu L, Newman J, Faber B, Merhaut DJ, Gan J. Sorption and degradation of pesticides in nursery recycling ponds. J Environ Qual. Aug 2006; 35(5):1795-802
63. Reddy PS, Pushpalatha T, Reddy PS. Reduction of spermatogenesis and steroidogenesis in mice after fentin and fenbutatin administration. Toxicol Lett. 2006 Sep 30;166(1):53-9. Epub 2006 May 27.
64. International Programme on Chemical Safety. (INCHEM) (base de datos en Internet). Environmental Health Criteria 99: Cyhalothrin. Accedido el 21 de abril de 2007. Disponible en <http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc99.htm>
65. Shafer TJ, Meyer DA, Crofton KM. Developmental neurotoxicity of pyrethroid insecticides: critical review and future research needs. Environ Health Perspect. 2005 Feb; 113(2):123-36.
66. International Programme on Chemical Safety. (INCHEM) (base de datos en Internet). Environmental Health Criteria 63: Organophosphorus insecticides: A general introduction. Accedido el 21 de abril de 2007. Disponible en: <http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc63.htm>
67. Singh, N. Sorption behavior of triazole fungicides in Indian soils and its correlation with soil properties. J Agric Food Chem. 2002 Oct 23; 50(22): 6434-39
68. Sanchez-Martin, MJ, Andrades, MS, Sanchez-Camazano, M. Soil properties influencing the adsorption and mobility of penconazole in vineyard soils. Soil Sci 2000 Dec; 165 (12): 951-60
69. Andrades MS, Rodriguez-Cruz MS, Sanchez-Martin MJ, Sanchez-Camazano M. Effect of the addition of wine distillery wastes to vineyard soils on the adsorption and mobility of fungicides. J Agric Food Chem. 2004 May 19; 52(10):3022-29.

-
70. Bending GD, Lincoln SD, Edmondson RN. Spatial variation in the degradation rate of the pesticides isoproturon, azoxystrobin and diflufenican in soil and its relationship with chemical and microbial properties. *Environ Pollut*. 2006 Jan; 139(2):279-87.
71. International Programme on Chemical Safety (INCHEM) (base de datos en Internet) Environmental Health Criteria 159: Glyphosate. Accedido el 26 de abril de 2007. Disponible en <http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc159.htm>.
72. International Programme on Chemical Safety. (INCHEM) (base de datos en Internet). Environmental Health Criteria 39: Paraquat and Dicuat. Accedido el 3 de mayo de 2007. Disponible en: <http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc39.htm>.
73. Environmental Protection Agency. United States of America. Oxyfluorfen RED Facts. Octubre 2002. Accedido el 3 de mayo de 2007. Disponible en: http://www.epa.gov/REDS/factsheets/oxyfluorfen_red_fs.htm.
74. Scrano L, Bufo SA, Cataldi TR, Albanis TA. Surface retention and photochemical reactivity of the diphenylether herbicide oxyfluorfen. *J Environ Qual*. 2004 Mar-Apr; 33(2): 605-11.
75. Otto S, Altissimo L, Zanin G. Terbutylazine contamination of the aquifer north of Vicenza (north-east Italy). *Environ Sci Pollut Res Int*. 2007 Mar; 14(2): 109-13.
76. Halimah, M, Tan, YA, Ismail, BS. The fate of fluroxypyr in the soil in an oil palm agroecosystem. *Weed Biol Manag* 2005; 5 (4): 184-89.
77. Bernard, H, Chabaliere, PF, Chopart, JL, Legube B, Vauclin M. Assessment of herbicide leaching risk in two tropical soils of Reunion Island (France). *J Environ Qual* 2005 Mar-Apr; 34 (2): 534-43.
78. Guo M, Yates SR, Zheng W, Papiernik SK. Leaching potential of persistent soil fumigant residues. *Environ Sci Technol*. 2003 Nov 15; 37(22): 5181-85.
79. Fichas de datos de seguridad química (base de datos en Internet). Cloropicrina. Instituto de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. España. Actualizado 2003. Accedido el 8 de mayo de 2007. Disponible en: <http://www.mtas.es/insht/ipcsnspn/nspnsync.htm>.
80. Piperonyl Butoxide (PBO). Pesticides and you. Spring 2006; 26 (1): 17-20. Accedido 17 de mayo de 2007. Disponible en <http://www.beyondpesticides.org/infoservices/pesticidesandyou/Spring%2006%20vol.%2026%20no.%201.pdf>.
81. Prentiss, Inc. Material Safety Data Sheets: 655-113 Prentox[®] piperonyl butoxide technical. 1-4. Accedido el 17 de mayo de 2007. Disponible en: http://prentiss.com/msds/pdf/655_113.pdf.
82. Cox C. Piperonyl Butoxide. *Journal of Pesticide Reform*. Summer 2002; 22 (2): 12-20. Accedido el 19 de mayo de 2007. Disponible en: <http://www.pesticide.org/piperonylbutoxide.pdf>.
83. Hazardous Substances Data Bank (HSDB) (base de datos de internet). Tributyl phosphate. Actualizado 24 enero 2006. Accedido el 23 de mayo de 2007. Disponible en: <http://toxnet.nlm.nih.gov/cgi-bin/sis/search/f?./temp/~LJgKch:1>.
84. International Programme on Chemical Safety. (INCHEM) (base de datos en Internet) Screening Information Data Set – SIDs: Tributyl phosphate. Accedido el 23 de mayo de 2007. Disponible en: <http://www.inchem.org/documents/sids/sids/126-73-8.pdf>
85. Colborn T. A case for revisiting the safety of pesticides: a closer look at neurodevelopment. *Environ Health Perspect*. 2006 Jan; 114(1): 10-7
86. Sánchez E. El principio de precaución: implicaciones para la salud pública. *Gac Sanit* 2002; 16(5): 371-3.
87. Comisión de la Comunidad Europea. Comunicación de la Comisión, de 2 de febrero de 2000, sobre el recurso al principio de precaución. Publicación COM (2000) 1. Accedido el 29 de mayo de 2007. Disponible en: <http://europa.eu/scadplus/leg/es/lyb/l32042.htm>.

