



Departamento de Ciencias Experimentales y de la Salud

Máster en Salud Laboral

2011-2012

Trabajo Final de Máster
(Modalidad Investigación)

Desarrollo de una matriz empleo-exposición (MEE) para describir la exposición de los trabajadores a plaguicidas en España (1996-2005)

Javier Vila Rodríguez

27/07/2012

Centro de Investigación en Salud Laboral - CiSAL

Directora del TFM: Ana M^a García; Universitat de Valencia, CiSAL

Tutor del TFM: Rudolf van der Haar; MC-Mutual, CiSAL

Dedico este trabajo a mi familia, a Sarah y, en especial, a mi madre y a mi hermano, por acompañarme siempre.

Desarrollo de una matriz empleo-exposición (MEE) para describir la exposición de los trabajadores a plaguicidas en España (1996-2005)

Índice

Resumen.....	4
Abstract.....	5
1. Introducción.....	6
1.1. Consumo profesional de plaguicidas en España.....	6
1.2. Exposición a plaguicidas y salud laboral.....	7
1.3. Las matrices empleo-exposición (MEE).....	9
1.3.1. La MEE finlandesa (FINJEM).....	10
1.3.2. La matriz TEMPEST (Task-Exposure Matrix for PESTicides).....	10
1.3.3. La MEE española (MatEmESp).....	11
1.4. Justificación y objetivos.....	11
1.4.1. Objetivo General.....	11
1.4.2. Objetivos Específicos.....	11
2. Métodos.....	12
2.1. Identificación de las ocupaciones expuestas a plaguicidas en España.....	12
2.2. Selección de los plaguicidas incluidos en el eje de agentes de la matriz.....	14
2.3. Establecimiento de estimaciones de prevalencia e intensidad de exposición.....	16
2.4. Grado de confianza en las estimaciones.....	17
3. Resultados.....	18
3.1. Ocupaciones expuestas a plaguicidas en España.....	18
3.2. Plaguicidas incluidos en el eje de agentes de la matriz.....	19
3.3. Estimaciones de prevalencia e intensidad de exposición.....	19
4. Discusión.....	20
5. Agradecimientos.....	25
6. Referencias.....	26
7. Tablas.....	30
8. Anexos.....	41

Resumen

Introducción: En 2005 se consumían en España más de 100.000 toneladas/año de plaguicidas, en actividades tan diversas como la agricultura y la ganadería o el tratamiento de la madera y la gestión de plagas estructurales. A pesar de los demostrados efectos negativos de estas sustancias sobre la salud de las personas, existe muy poca información relativa a los niveles y la frecuencia de exposición de los trabajadores expuestos, así como de las ocupaciones más afectadas. Este trabajo tiene como objetivo recopilar la información disponible sobre exposición laboral a plaguicidas en España, en forma de una matriz empleo-exposición (MEE), un sistema de información que permite ordenar de forma sistemática la información más relevante sobre ocupaciones, agentes, prevalencia y nivel/intensidad de exposición en un determinado contexto (país, periodo, etc.).

Métodos: El desarrollo de este trabajo se llevó a cabo en el contexto del Proyecto MatEmESp, de construcción de una MEE para la población trabajadora española en el periodo 1996-2005. La identificación de las ocupaciones expuestas, los agentes más relevantes del periodo de estudio y las estimaciones de prevalencia y nivel/intensidad de exposición se ha basado en la información disponible en la MEE finlandesa FINJEM, datos de evaluaciones de riesgos en empresas españolas y la revisión de la bibliografía más relevante.

Resultados: De las 482 ocupaciones en la codificación española CNO-94 a cuatro dígitos se identificaron 45 ocupaciones expuestas a plaguicidas (fungicidas, herbicidas e insecticidas), con información suficiente para establecer las estimaciones de exposición. Respecto a la exposición a fungicidas y herbicidas, 39 de las ocupaciones identificadas presentaban un nivel bajo de exposición y solo 6 un nivel medio. En insecticidas, se encontró una exposición baja en 19 ocupaciones mientras que en las 26 restantes se halló un nivel de exposición medio.

Discusión: Este trabajo representa el primer esfuerzo de recolección sistemática de datos sobre exposición laboral a plaguicidas en España, organizando la información por ocupaciones y siguiendo la metodología de construcción de las MEE. A pesar de que la baja disponibilidad de datos objetivos (mediciones) – por ausencia o limitada accesibilidad a los datos existentes – limita la precisión de las estimaciones en la matriz, éstas pueden resultar útiles tanto para la realización de estudios epidemiológicos como para la gestión preventiva, entre otros usos.

Development of a job-exposure matrix (JEM) to describe pesticide exposure in Spanish workers (1996-2005)

Abstract

Background: In 2005 more than 100,000 ton/year of pesticides were consumed in Spain, in agriculture, farming, wood treatments or pest control, among other activities. Despite the proven negative effects to human health of the exposure to these substances, there is very little information regarding the level and frequency of exposure within affected workers, as well as the job titles showing the worst exposure indicators. This work aims to collect the available information on occupational pesticide exposure in Spain in the form of a job-exposure matrix (JEM), an information system which allows systematic ordering of the most relevant data on occupations, agents, prevalence and level/intensity of exposure within a specific context (e.g. country, period, etc).

Methods: The development of this work was carried out in the context of MatEmESp Project, which has the aim of building a Spanish general JEM for the period 1996-2005. The identification of exposed occupations and most relevant agents in the period as well as the establishment of prevalence and level/intensity of occupational exposure estimates were based on the data available in the Finnish JEM (FINJEM), data from risk assessments within Spanish companies and review of the most relevant literature available.

Results: Of the 482 occupations in the Spanish job coding system (CNO-94 four digits), 45 of them were identified as exposed to pesticides (fungicides, herbicides and insecticides), with sufficient information available to establish the exposure estimates. Regarding fungicides and herbicides, 39 occupations were found to have low level of exposure whereas 6 of them were found to have medium level of exposure. In relation to insecticides, a low exposure was found in 19 occupations while 26 of them showed a medium level of exposure.

Discussion: This work represents the first attempt to systematically collect the available data on occupational exposure to pesticides in Spain, organizing the information in job titles and following the JEM development methodology. Although low availability of measurements – due to lack or limited access to existing data – reduces the accuracy of the estimates included in the matrix, they can be useful for the development of epidemiological studies and health and safety management programs, amongst other uses.

1. Introducción

Según la definición de la FAO, “un plaguicida es una sustancia o mezcla de ellas, destinada a prevenir, destruir o controlar plagas”. Se denomina ingrediente o sustancia activa la parte biológicamente activa presente en una formulación (1).

Dependiendo de que su uso sea agrícola o no, se distinguen dos grandes grupos de plaguicidas: fitosanitarios y biocidas. Los fitosanitarios o plaguicidas de uso agrícola se destinan a la protección de las cosechas y productos agrarios, y su autorización y registro en España depende del Ministerio de Agricultura. Por otro lado, los plaguicidas no agrícolas se emplean en espacios interiores (viviendas, oficinas, industrias, etc.) y se agrupan bajo la denominación de biocidas, siendo registrados por el Ministerio de Sanidad (2).

En cuanto al número de sustancias activas autorizadas para su fabricación y formulación en Europa, procedimiento que requiere su inclusión en el anexo I de la Directiva 91/414/CEE – ahora anexo I del Reglamento (CE) 1107/2009 –, existían en 2005 algo más de 100 sustancias incluidas en este anexo, además de más de 200 excluidas y otras tantas pendientes de evaluación. El proceso de exclusión y autorización de nuevas sustancias es muy dinámico y ha sufrido múltiples modificaciones desde la aprobación de la directiva. El número de sustancias activas autorizadas ha ido en aumento, y en la actualidad se superan las 400. Los varios miles de formulaciones existentes en el mercado se consiguen tras añadir otras sustancias químicas (coadyuvantes, aditivos...) para mejorar su aplicabilidad (3).

1.1. Consumo profesional de plaguicidas en España

Según datos de AEPLA (Asociación Empresarial para la Protección de la Plantas), en España se consumían en 2005 unas 100.000 toneladas/año de fitosanitarios, consumo que aumentó fuertemente entre 1995-2004, disminuyendo ligeramente desde 2005 (4). A esta cifra hay que añadir el consumo de biocidas que, según datos de ADELMA (Asociación de Empresas de Detergentes y Productos de Limpieza), ascendía a unas 2.000 toneladas/año para este mismo periodo. El Anexo I recoge los datos aportados por ambas asociaciones empresariales en relación al consumo total de plaguicidas en España entre 1996-2005.

1.2. Exposición a plaguicidas y salud laboral

El uso profesional de plaguicidas (fitosanitarios y biocidas) se asocia a múltiples actividades y ocupaciones diferentes. Entre las actividades en las que el uso de estos compuestos es más frecuente destacan la agricultura, la jardinería, la ganadería y la silvicultura, así como – asociado principalmente al uso de biocidas – la gestión de plagas en la industria (madera, papel, alimentación, etc.) y en empresas de servicios (supermercados, oficinas, hospitales, etc.) (1).

La exposición laboral a plaguicidas suele conllevar el contacto simultáneo o sucesivo con múltiples mezclas de químicos, de manera irregular y bajo una gran variedad de condiciones, por lo que la valoración de dicha exposición requiere de una observación cuidadosa de las tareas realizadas, el tiempo de contacto, así como los distintos compuestos utilizados (5). Además, según la forma de exposición, esta puede ser directa o indirecta.

La exposición directa ocurre en trabajadores que llevan a cabo la aplicación y/o manipulación (carga, mezcla o eliminación) de los diferentes compuestos. En España, estos trabajadores deben estar en posesión del carnet oficial de manipulador de plaguicidas, según la Orden de 8 marzo de 1994.

La exposición indirecta afecta a trabajadores que se encuentran presentes o en las cercanías de las zonas de aplicación/manipulación. En general, todos los trabajadores pueden verse afectados de manera indirecta al entrar en campos o instalaciones previamente tratadas. La exposición de estos trabajadores es especialmente importante ya que no suele ir acompañada del uso de ningún tipo de equipo de protección individual (5).

En lo relativo a las vías de exposición, la vía dérmica y la inhalatoria son las más importantes aunque en algunos casos la vía digestiva, asociada a comer, beber o fumar en el trabajo, puede llegar a tener importancia en la dosis total absorbida (6).

Respecto a la formación y el uso de medidas protectoras, algunos estudios indican que los aplicadores no siempre están suficientemente formados en cuanto a los riesgos derivados de la manipulación de plaguicidas, además de existir un uso muy deficiente de las medidas de protección individual (5).

Desarrollo de una matriz empleo-exposición (MEE) para describir la exposición de los trabajadores a plaguicidas en España (1996-2005)

En cuanto al número de trabajadores que pueden verse afectados, y considerando únicamente los del sector agropecuario – sector en el que se consumen más del 90% de los plaguicidas a nivel nacional (Anexo I) –, según la Encuesta Nacional de Condiciones de Trabajo en el Sector Agropecuario (7), existían en España en 2004 alrededor de 350.000 trabajadores en este sector, tanto por cuenta ajena como autónomos. De acuerdo con esta misma fuente, el uso de herbicidas, fungicidas, insecticidas y otros plaguicidas es especialmente frecuente en la producción agrícola, seguida de la producción combinada agrícola-ganadera. Además, alrededor de un 50% de los trabajadores realiza tratamientos menos de 10 días al año mientras que alrededor del 6% los realiza más de 40 días al año, siendo los trabajadores de las explotaciones agrícolas los que mayor número de tratamientos realizan anualmente. Entre estos, destacan los trabajadores de invernaderos, de los cuales un 68% realizan tratamientos entre 21 y 30 días al año.

La exposición de los trabajadores afectados puede ser además aguda o crónica. Las intoxicaciones agudas son relativamente bien conocidas. En 2001, la tasa de incidencia de intoxicaciones agudas por plaguicidas en la población ocupada en actividades agrícolas en España era de más de 400 casos por cada 100.000 trabajadores (8), destacando las intoxicaciones por carbamatos y organofosforados, y en menor medida por organoclorados.

Los efectos de la exposición crónica a bajas dosis son menos conocidos y, a pesar de la baja incidencia de estos efectos y de las limitaciones de los estudios epidemiológicos disponibles (8), existen evidencias que relacionan de forma consistente la exposición crónica a diversos plaguicidas con la aparición de diferentes patologías tales como alteraciones en la reproducción (9), alteraciones del neurodesarrollo (10), o diversos tipos de cáncer (11), entre otras.

1.3. Las matrices empleo-exposición (MEE)

Las matrices empleo-exposición (MEE) son bases de datos utilizadas como sistemas de información retrospectiva, que permiten asociar diferentes ocupaciones (por ejemplo, “peones agrícolas”) con diferentes agentes o exposiciones a factores de riesgo en el trabajo (por ejemplo, “herbicidas”). La utilización de las MEE en salud laboral se formaliza sobre todo a partir de los años 80, gracias a la informatización de las bases de datos (12). Aunque especialmente útiles en investigación epidemiológica, su uso se extiende a otros ámbitos de la salud laboral como la gestión de la prevención, la evaluación de riesgos laborales, la predicción de exposiciones futuras o incluso la elaboración de otras MEE.

Una MEE, en su forma más básica, está formada por dos ejes, uno de ocupaciones (codificadas por un sistema estandarizado) y otro de agentes. En el interior de la matriz, o celdas, se introduce la información relativa a la exposición (estimaciones de prevalencia y nivel/intensidad de exposición) para cada ocupación y agente, en el periodo o sub-periodo estudiado.

Existe una gran diversidad de MEE, utilizando diferentes estrategias y buscando distintos objetivos (12). En relación con el presente trabajo, resultó de especial interés la utilización de MEE generales (con información para todas las ocupaciones, utilizando un determinado sistema de codificación), que incluyeran estimaciones cuantitativas de prevalencia e intensidad de exposición a diferentes agentes y en especial con información accesible sobre estimaciones de exposición a plaguicidas.

A continuación se describen las características generales de las MEE más relevantes para el desarrollo de este trabajo: FINJEM (13), la matriz empleo-exposición finlandesa, y TEMPEST (14), una matriz de exposición a plaguicidas, construida recientemente para población escocesa. Se describen las características esenciales de ambas, y seguidamente, información básica sobre MatEmESp, la matriz empleo-exposición española, en la cual se enmarca este trabajo.

1.3.1. La MEE finlandesa (FINJEM)

La matriz FINJEM (FINnish Job-Exposure Matrix) recoge información sobre exposición laboral a diversos agentes para la población trabajadora en Finlandia, identificando las ocupaciones expuestas según la codificación del censo finlandés **(13)**. Esta matriz está formada por tres ejes (ocupación, agente y periodo) y contiene las estimaciones de prevalencia (referidas a la proporción de trabajadores expuestos a un determinado agente en una ocupación) e intensidad de exposición (referidas a los niveles ambientales medios anuales de exposición para cada agente y en cada ocupación) a diferentes agentes y para varios periodos.

Respecto a la exposición a plaguicidas, se consideran en FINJEM tres categorías diferentes de compuestos según los usos más frecuentes (insecticidas, fungicidas y herbicidas), y se incluyen las estimaciones de prevalencia (%) e intensidad de exposición inhalatoria (ppm) a estos agentes por categoría de uso, para cada ocupación expuesta y en diferentes periodos. Para este trabajo se utilizaron las estimaciones relativas al periodo 1945-1995.

1.3.2. La matriz TEMPEST (Task-Exposure Matrix for PESTicides)

Esta matriz fue desarrollada en Escocia (Reino Unido) en 2010, a partir de datos relativos a usos de plaguicidas y tareas asociadas, obtenidos de un estudio caso-control comunitario (Geoparkinson study). La información sobre las estimaciones es de libre acceso en internet (<http://www.iom-world.org/research/tempest/default.html>) [Acceso 15/06/2012], e incluye datos de prevalencia e intensidad de exposición inhalatoria y dérmica a diversas sustancias activas para el periodo 1945-2005. Las estimaciones contenidas en esta matriz fueron establecidas por varios higienistas ocupacionales en función del tipo de sustancia activa, consumo, técnicas de aplicación y uso o no de equipo protector.

Para este trabajo, se tomaron como referencia las estimaciones relativas al año 2000, por ser el punto intermedio del periodo de interés para este estudio.

1.3.3. La MEE española (MatEmESp)

Desde 2009, se está desarrollando en España el proyecto MatEmESp, cuyo objetivo es construir una matriz general para la población española para el periodo 1996-2005, incluyendo estimaciones de exposición laboral a agentes en distintas categorías de riesgos laborales (higiénicos, ergonómicos, psicosociales, seguridad y condiciones de empleo) (12). Los plaguicidas son uno de los grupos de agentes incluidos en este proyecto por lo que las estimaciones realizadas en este trabajo forman parte del resto de la información incluida en la matriz MatEmESp.

1.4. Justificación y objetivos

La falta de información sobre las características de la exposición crónica a bajas concentraciones de estos compuestos, del porcentaje de trabajadores expuestos y de las ocupaciones con mayor riesgo, así como la demostrada utilidad de las MEE como instrumento para integrar y organizar esta información por ocupaciones, justifican la realización de este trabajo.

1.4.1. Objetivo General

Recopilar y sintetizar en forma de una MEE la información relativa a exposición a plaguicidas de la población trabajadora española en el periodo 1996-2005, y la incorporación de esta información en la MEE general española, MatEmESp.

1.4.2. Objetivos Específicos

1. Identificar las ocupaciones expuestas en el periodo de estudio, según la Clasificación Nacional de Ocupaciones en España (CNO-94), a cuatro dígitos.
2. Seleccionar un grupo de sustancias activas como referencia de la exposición laboral a plaguicidas en España en el periodo 1996-2005.
3. Definir los valores de las estimaciones de prevalencia (proporción de trabajadores expuestos en cada ocupación) e intensidad de exposición en las ocupaciones seleccionadas.
4. Aportar información sobre el proceso y las fuentes de información utilizadas.
5. Evaluar el grado de confianza en las estimaciones realizadas en base a la información disponible.

2. Métodos

El desarrollo de la matriz se ha llevado a cabo en tres fases:

1. Identificación de las ocupaciones expuestas en España en el periodo de estudio.
2. Selección de agentes a incluir en la MEE, como sustancias activas de referencia.
3. Definición de las estimaciones de prevalencia e intensidad de exposición y establecimiento del grado de confianza en estas estimaciones.

Para cada una de estas fases se realizó una búsqueda bibliográfica específica, en las que se localizaron artículos científicos, matrices empleo-exposición, informes técnicos, manuales y otras fuentes de literatura gris, haciendo uso de diferentes buscadores electrónicos (Google, Google Académico y PubMed) y de palabras clave tanto en español como en inglés. La Tabla 1 resume este proceso, describiendo las estrategias de búsqueda utilizadas y los resultados de las mismas.

2.1. Identificación de las ocupaciones expuestas a plaguicidas en España.

La selección de las ocupaciones expuestas se basó en los resultados de la revisión bibliográfica (ver Tabla 1) y en la traducción/extrapolación de los códigos de las ocupaciones expuestas a plaguicidas identificadas en FINJEM a los correspondientes códigos de la clasificación española, siguiendo los pasos descritos a continuación:

1. Selección de las ocupaciones potencialmente expuestas a plaguicidas a partir de las 482 ocupaciones de la codificación CNO-94 a cuatro dígitos, en base a la revisión bibliográfica y al criterio del autor.

A partir de los resultados de la primera búsqueda bibliográfica se obtuvo un primer listado de ocupaciones potencialmente expuestas a plaguicidas en España en el periodo de estudio. Para las ocupaciones incluidas en este primer listado se realizó además una búsqueda de información en relación a las fuentes de exposición asociadas, entendiendo por estas las situaciones de trabajo en las que los trabajadores pueden verse expuestos directa o indirectamente, por vía dérmica y/o inhalatoria, durante el desarrollo de sus tareas. Para ello, se usó como referencia la información contenida en FINJEM relativa a las fuentes de exposición y se llevó a

Desarrollo de una matriz empleo-exposición (MEE) para describir la exposición de los trabajadores a plaguicidas en España (1996-2005)

cabo una búsqueda de bibliografía, tanto en español como en inglés, usando palabras clave relativas a las ocupaciones localizadas y a las posibles fuentes de exposición asociadas (Tabla 1). En base a la información obtenida, solamente se seleccionaron las ocupaciones para las que se encontraron datos suficientes para establecer las estimaciones de prevalencia e intensidad de exposición.

2. Extrapolación de los códigos finlandeses de ocupaciones expuestas y la codificación española CNO-94 a cuatro dígitos equivalente.

Las ocupaciones identificadas como expuestas en la matriz FINJEM (codificación del censo finlandés a tres dígitos, con 311 categorías) se tradujeron a las ocupaciones correspondientes de la codificación española CNO-94 a cuatro dígitos. Esta fase se llevó a cabo por dos evaluadores independientes (el autor y otro evaluador del proyecto MatEmESp). El segundo evaluador realizó esta identificación, siguiendo el procedimiento establecido en MatEmESp (localización de palabras clave y similitudes entre las descripciones de las ocupaciones FINJEM y CNO-94). Los resultados de los dos evaluadores se compararon y se determinó el grado de coincidencia entre ambos mediante una prueba estadística (índice de concordancia kappa). En cuanto a las ocupaciones en las que existió discordancia de criterio éstas se discutieron hasta alcanzar un consenso. El índice de concordancia kappa (K) entre ambos evaluadores fue de 0.92 (intervalo de confianza al 95%, IC95%: 0,81-1,00), lo que indica que el acuerdo entre ambos fue casi perfecto (15). El Anexo II recoge el estudio de la concordancia kappa (K) entre ambos evaluadores, realizado con el programa Stata v.11©.

Partiendo tanto de las ocupaciones seleccionadas como expuestas en FINJEM como del resto de ocupaciones en las que se encontraron fuentes de contaminación en la revisión bibliográfica, se seleccionó finalmente un listado de ocupaciones para las que se encontró información suficiente para establecer las estimaciones de prevalencia e intensidad de exposición. El Anexo III resume el proceso de construcción del eje de ocupaciones expuestas a plaguicidas en España en el periodo de estudio, incluyendo ambas fases (extrapolación de códigos desde FINJEM e identificación de otras ocupaciones expuestas con información suficiente para establecer las estimaciones).

2.2. Selección de los plaguicidas incluidos en el eje de agentes de la matriz

A partir de la información obtenida sobre las fuentes de exposición, y entre los compuestos más característicos del periodo de estudio, se seleccionó un grupo de sustancias activas de referencia, teniendo en cuenta los siguientes criterios:

- Relevancia toxicológica. Para ello se consideró la existencia de estudios epidemiológicos relevantes que confirman la asociación entre la exposición a dichos compuestos y la aparición de diferentes enfermedades.
- Existencia de límites de exposición profesional establecidos nacional o internacionalmente, y en particular de valores límites ambientales (VLA) establecidos en España. En este sentido, se han establecido en nuestro país VLA para aquellos agentes químicos considerados como peligrosos de acuerdo con la Directiva 98/24/CE y su transposición por el RD 374/2001. En relación a los plaguicidas, se han establecido VLA para unas 80 sustancias activas. Casi la mitad de estas sustancias incluyen además la notación “vía dérmica”, al considerarse que presentan un riesgo alto de absorción por esta vía (16).
- Existencia de evaluaciones y estudios de exposición inhalatoria y/o dérmica. Las sustancias con mayor uso y peligrosidad han gozado de mayor atención por parte de instituciones preventivas y de investigación, por lo que se han emitido un mayor número de publicaciones que estudian su exposición laboral. Debido a la falta de cifras claras respecto al uso de las diferentes sustancias activas en España, estos datos se consideraron un indicador indirecto del volumen de utilización así como de su relevancia toxicológica.
- Situación legal de utilización:
 - Inclusión o exclusión de las sustancias activas en el listado de sustancias autorizadas, según anexo I de la Directiva 91/414/CEE, ahora trasladadas al anexo I del Reglamento (CE) 1107/2009.
 - Autorización en España. En este sentido, muchas sustancias utilizadas desde mediados de siglo fueron prohibidas en 2003 (Resolución de 30 de junio de 2003), lo que supuso una reducción en el uso de algunas de las sustancias más peligrosas para la salud de los trabajadores.

Desarrollo de una matriz empleo-exposición (MEE) para describir la exposición de los trabajadores a plaguicidas en España (1996-2005)

Para organizar las diferentes sustancias activas seleccionadas, y las familias químicas correspondientes, se siguió la siguiente metodología de clasificación:

Insecticidas: Se agruparon en cuatro categorías principales (1):

- Organoclorados: Hidrocarburos clorados muy estables, persistentes y bioacumulables, usados ampliamente desde los años 40. A pesar de la prohibición de la mayoría de estos compuestos en Europa desde 1978, en España no se prohibieron hasta 1994. Algunos, como el endosulfán, no se prohibieron hasta 2006.
- Organofosforados: Derivados del ácido fosfórico. Menos estables, persistentes y bioacumulables que los organoclorados. Se han convertido en los insecticidas de mayor uso en la actualidad.
- Carbamatos: Compuestos en general inestables y poco persistentes.
- Otros insecticidas: Destacan aquí el grupo de las piretrinas (derivados de la flor del crisantemo) y los piretroides (piretrinas sintéticas). Son compuestos poco bioacumulables y de rápida degradación en el ambiente.

Herbicidas: Estos compuestos se agruparon también en cuatro categorías, en base a la clasificación según su mecanismo de acción como herbicidas de contacto o sistémicos. Los herbicidas de contacto presentan una acción localizada mientras que los de acción sistémica se extienden por el sistema vascular, afectando a toda la planta. En este último grupo destacan los herbicidas inhibidores del crecimiento y los inhibidores de la fotosíntesis (de absorción por las hojas o por el suelo) (17). Las categorías consideradas fueron las siguientes:

A: Herbicidas de contacto, producen daño local.

B: Herbicidas sistémicos inhibidores del crecimiento, absorción por las hojas.

C: Herbicidas sistémicos inhibidores de la fotosíntesis, absorción por las hojas.

D: Herbicidas sistémicos inhibidores de la fotosíntesis, absorción por el suelo.

Fungicidas: Se agruparon en dos categorías: carbamatos (incluyendo ditiocarbamatos) y otros. Los ditiocarbamatos son el grupo más importante de fungicidas en lo referente a uso y cantidad producida, constituyendo el segundo grupo en importancia de uso, después de los insecticidas organofosforados (14).

2.3. Establecimiento de estimaciones de prevalencia e intensidad de exposición

Una vez obtenidos los dos ejes de la matriz, ocupaciones expuestas y agentes de referencia, la fase final consistió en rellenar las celdas de la matriz con información sobre la prevalencia y la intensidad de exposición a dichos agentes en las diferentes ocupaciones. Para esta fase se llevó a cabo una tercera búsqueda bibliográfica en diferentes buscadores de internet, tanto en inglés como en español, utilizando palabras clave específicas de las sustancias activas seleccionadas (Tabla 1).

Las estimaciones de prevalencia de exposición se incluyeron como porcentajes de los trabajadores expuestos en cada ocupación, utilizando datos de FINJEM (13) y TEMPEST (14), así como estimaciones del autor basadas en las fuentes bibliográficas relevantes identificadas. Junto a cada estimación se indicaron las fuentes utilizadas y el grado de confianza en las mismas (ver apartado 2.4). Las estimaciones de prevalencia se categorizaron además en tres niveles (bajo, medio o alto) para una mejor comprensión de los resultados obtenidos (Tabla 2).

En cuanto a las estimaciones de intensidad de exposición, se utilizaron algunos datos reales procedentes de evaluaciones realizadas por un servicio de prevención en España (FREMAP Prevención, mediciones realizadas entre 2008-2010), datos contenidos en FINJEM (estimaciones de exposición inhalatoria) y TEMPEST (estimaciones de exposición dérmica e inhalatoria), así como datos procedentes de evaluaciones de exposición a diversas sustancias activas, publicadas en forma de artículos, y datos estimados bajo el criterio del autor tras la revisión de la literatura relevante disponible. Los datos de las mediciones sobre el terreno (tanto de las evaluaciones publicadas como de las evaluaciones del servicio de prevención) se utilizaron como confirmación de las estimaciones obtenidas de otras matrices.

El Anexo IV resume el proceso de estimación de la prevalencia y la intensidad de exposición para los agentes seleccionados en relación con cada ocupación, así como el grado de confianza asignado a las estimaciones.

Se establecieron estimaciones de intensidad de exposición inhalatoria para todos los agentes seleccionados y de exposición dérmica solo para algunos de ellos. La intensidad de exposición inhalatoria se categorizó además en diferentes niveles, para una mejor comprensión de los resultados obtenidos.

Desarrollo de una matriz empleo-exposición (MEE) para describir la exposición de los trabajadores a plaguicidas en España (1996-2005)

Siguiendo la metodología utilizada en la matriz TEMPEST y tras la consulta con un experto higienista industrial (RH), las estimaciones de intensidad de exposición inhalatoria se categorizaron en cuatro niveles: bajo, medio, alto y muy alto, correspondiendo cada uno de estos a una intensidad respecto al rango porcentual de los valores límites ambientales (VLA) establecidos para las sustancias activas de referencia seleccionadas. Así pues, se incluyeron estimaciones cuantitativas (en ppm), referidas a los niveles ambientales de exposición inhalatoria en cada ocupación, correspondientes al valor intermedio del intervalo respecto al VLA establecido (Tabla 3). Debido a la escasez de datos procedentes de mediciones sobre el terreno no fue posible calcular medias anuales, ya que se localizaron fundamentalmente datos de mediciones puntuales y algunos datos de medias geométricas (Tabla 4). Cuando se encontraron varias mediciones y/o estimaciones para un mismo agente y ocupación se decidió incluir el valor más desfavorable.

En cuanto a la exposición dérmica, solo se introdujeron estimaciones de intensidad de exposición para aquellas sustancias activas de referencia que poseen la notación “vía dérmica”, según el listado de límites de exposición laboral más reciente (18). Las estimaciones (en mg/h) se obtuvieron de la matriz TEMPEST y de evaluaciones de exposición publicadas en forma de artículos, y se introdujeron como comentario junto al resto de datos en la matriz.

2.4. Grado de confianza en las estimaciones

Para evaluar el grado de confianza en las estimaciones realizadas, tanto para la prevalencia como para la intensidad de exposición, se utilizó una graduación en una escala de tres niveles (alto, medio o bajo), procedimiento habitualmente utilizado en otras MEE (13) y seguido para otros agentes incluidos en MatEmESp (12). El grado de confianza se valoró en función de la cantidad, procedencia y relevancia de la información disponible. A las estimaciones establecidas por el autor, basadas en la revisión de la literatura disponible, se les asignó un grado bajo de confianza. Para las estimaciones procedentes de otras matrices se asignó un grado medio de confianza, y solo para aquellas estimaciones que pudieron apoyarse en datos reales (nacionales o internacionales), procedentes de evaluaciones sobre el terreno, se asignó un grado de confianza alto.

3. Resultados

A modo de ejemplo, en el Anexo V se muestran los resultados de las estimaciones realizadas (prevalencia e intensidad de exposición) para la exposición a fungicidas, así como información sobre las ocupaciones expuestas y los agentes de referencia seleccionados. Además, se incluyen las fuentes bibliográficas utilizadas, el grado de confianza en éstas y otros datos de interés. Todas las estimaciones y el resto de información recopilada tanto para herbicidas, insecticidas como para fungicidas se encuentra ya incorporada a la matriz empleo-exposición MatEmESp y puede ser consultada en www.matemesp.org/.

3.1. Ocupaciones expuestas a plaguicidas en España

Se identificaron ocupaciones pertenecientes a las siguientes actividades, consideradas como particularmente expuestas a plaguicidas en España:

- Fabricación-formulación química y transporte
- Agricultura, ganadería y jardinería
- Silvicultura y gestión forestal
- Tratamiento de la madera y fabricación de papel
- Limpieza e higiene ambiental (inspección y gestión de plagas estructurales)

El evaluador de MatEmESp identificó 12 ocupaciones expuestas, a través de la búsqueda de equivalencias entre códigos FINJEM y CNO-94. El segundo revisor (autor) identificó 2 ocupaciones CNO-94 adicionales, a partir de las ocupaciones identificadas como expuestas en FINJEM. En total, mediante este proceso, se identificaron 14 ocupaciones expuestas, usando los códigos FINJEM como referencia. Tras el consenso entre ambos revisores, se decidió incluir las dos ocupaciones adicionales (códigos CNO-94; 6220 y 8050) en MatEmESp (Tabla 5).

Paralelamente, y tras la revisión bibliográfica, el autor identificó 71 ocupaciones potencialmente expuestas a plaguicidas en España – incluidas las 14 identificadas en el proceso anterior. A partir de éstas, se seleccionaron aquellas ocupaciones, no identificadas como expuestas previamente en FINJEM, en las que se encontró información suficiente para establecer las estimaciones de prevalencia e intensidad de exposición (n=31).

Desarrollo de una matriz empleo-exposición (MEE) para describir la exposición de los trabajadores a plaguicidas en España (1996-2005)

Así pues, se seleccionaron finalmente un total de 45 ocupaciones expuestas a plaguicidas en España (Tabla 5), con información suficiente para generar la matriz, que pasaron a formar el eje de ocupaciones de la misma.

3.2. Plaguicidas incluidos en el eje de agentes de la matriz

En base a la información obtenida sobre las fuentes de exposición a plaguicidas en las ocupaciones expuestas, se seleccionaron las sustancias activas más características del periodo de estudio (Tabla 6), a partir de las cuales, teniendo en cuenta los criterios establecidos en la metodología, se seleccionó un grupo de 10 sustancias activas de referencia (Tabla 7). Por otro lado, la Tabla 8 incluye un grupo de sustancias que, aunque características del periodo de estudio, no cumplían todos los criterios de selección, en particular en relación a su autorización durante todo el periodo. En ambos casos se incluyen además los valores límites ambientales (VLA) establecidos para cada sustancia, según los límites de exposición laboral de 2012 (18). Se indican también las sustancias activas que poseen la notación “vía dérmica”, para las cuales se incluyeron además estimaciones de exposición dérmica como comentarios en la matriz.

3.3. Estimaciones de prevalencia e intensidad de exposición

Las Tablas 9 y 10 muestran las ocupaciones en las que se encontró un mayor riesgo de exposición (mayor prevalencia e intensidad de exposición) a los diferentes agentes en función de sus usos. En fungicidas y herbicidas se halló coincidencia tanto en el número (n=6) como en la actividad (agricultura) con mayor riesgo de exposición. En insecticidas, el mayor riesgo de exposición se observó en las mismas 6 ocupaciones y en otras 20, asociadas a actividades de jardinería, transporte, fabricación, tratamiento de la madera y ganadería.

Tanto en fungicidas como en herbicidas, se estimó que el 87% (n=39) de las ocupaciones expuestas lo estaban con un nivel bajo ($\leq 5\%$ VLA) y solo el 13% (n=6) con un nivel medio (5-25% VLA). En ningún caso se hallaron ocupaciones expuestas a niveles altos o muy altos, según los criterios establecidos en la metodología. En cuanto a los insecticidas, se estimó un nivel de exposición bajo en el 38% (n=19) de las ocupaciones identificadas como expuestas, mientras que en el 62% (n=26)

Desarrollo de una matriz empleo-exposición (MEE) para describir la exposición de los trabajadores a plaguicidas en España (1996-2005)

restante se encontró un nivel de exposición medio. Tampoco se encontraron ocupaciones con niveles de exposición altos o muy altos para las sustancias activas de referencia en insecticidas.

4. Discusión

El procedimiento seguido en este trabajo ha permitido ordenar la información disponible para construir una matriz con datos sobre las características de la exposición a plaguicidas en España por ocupaciones. Se ha estimado que las ocupaciones con mayor riesgo de exposición a fungicidas y herbicidas pertenecen a actividades de agricultura. Esto coincide con los datos de consumo, puesto que en estas ocupaciones se utilizan más del 90% de los plaguicidas a nivel nacional. En otras ocupaciones, asociadas a actividades como la ganadería o el tratamiento de la madera, entre otras, se ha estimado un importante riesgo de exposición sólo en el caso de los agentes pertenecientes a la familia de los insecticidas. En este mismo grupo de agentes, en ocupaciones asociadas a actividades de higiene ambiental y limpieza, se encontraron niveles medios tanto de intensidad como de prevalencia de exposición.

Todas las ocupaciones consideradas expuestas en FINJEM fueron detectadas tras la revisión bibliográfica. Además, se encontró un gran número de ocupaciones expuestas en España (n=31), no incluidas en la matriz finlandesa. Se detectó así que los códigos FINJEM no incluyen ocupaciones de actividades como la ganadería o la gestión de plagas estructurales, sectores en los que se halló un importante riesgo de exposición a plaguicidas en España. Aunque estas diferencias podrían deberse a posibles lagunas existentes en la matriz FINJEM – respecto a la exposición a plaguicidas –, también podrían ser debidas a diferencias en el uso de plaguicidas en ambos países por motivos culturales, económicos o de condiciones climáticas. Por otro lado, para las ocupaciones asociadas al sector de la fabricación de plaguicidas incluidas en FINJEM, solo se consideró la exposición a fungicidas, excluyéndose los insecticidas y los herbicidas. Aunque esto podría ser también debido a las posibles deficiencias antes mencionadas en la matriz finlandesa, es posible que en Finlandia no exista esta actividad, mientras que en España se fabrican y/o formulan la mayoría de estos compuestos (16).

Desarrollo de una matriz empleo-exposición (MEE) para describir la exposición de los trabajadores a plaguicidas en España (1996-2005)

Este trabajo presenta algunas limitaciones, y así por ejemplo, debido a que buena parte de los datos utilizados para las estimaciones de prevalencia e intensidad de exposición proceden de estimaciones de matrices realizadas en otros países, es probable que existan ciertas diferencias respecto a la situación en nuestro país, y solo es posible asegurar el mayor grado de confianza en los casos en los que se han utilizado como contraste otras fuentes de información con datos reales de exposición españoles o extranjeros. Por otro lado, la escasez de datos españoles – debido en gran medida al carácter confidencial de los mismos –, así como de estudios de evaluación de la exposición laboral, limita la cantidad y calidad de la información que se ha usado como referencia para las estimaciones realizadas. Finalmente, el uso de datos procedentes de evaluaciones de riesgos realizadas en España añade además las limitaciones propias de estos procedimientos, al considerarse normalmente los puestos de trabajo más expuestos y no ser posible asegurar la representatividad de dicha exposición tanto a todos los trabajadores como durante todo el año. Es importante tener en cuenta que las estimaciones incluidas en este trabajo hacen referencia a ocupaciones y no deben interpretarse a nivel individual, ya que la probabilidad de encontrar una importante variabilidad entre trabajadores en una misma ocupación es alta (13). Además, en algunas ocupaciones puede existir gran variabilidad en cuanto al tipo de plaguicida y/o la intensidad/prevalencia de exposición en función de las tareas llevadas a cabo (por ejemplo, peón agrícola y tipo de cultivo).

La utilización de la Clasificación Nacional de Ocupaciones CNO-94 conlleva en sí otra limitación, al ser ésta una clasificación administrativa en la que la descripción de las tareas asociadas es poco detallada y obstaculiza el proceso de extrapolación de los códigos considerados como expuestos en FINJEM. En el proyecto MatEmESp (12), se ha intentado reducir este efecto mediante la búsqueda de equivalencias tanto en las definiciones como en las descripciones de dichas ocupaciones, haciendo especial hincapié en las similitudes de las tareas realizadas en cada ocupación en ambos sistemas de codificación.

Teniendo en cuenta la casi omnipresencia de los plaguicidas en nuestra vida diaria (residuos en agua, frutas y verduras, edificios, etc.), y en especial en algunos entornos laborales, así como la falta de información para obtener estimaciones de

Desarrollo de una matriz empleo-exposición (MEE) para describir la exposición de los trabajadores a plaguicidas en España (1996-2005)

prevalencia y/o intensidad de exposición en algunas ocupaciones, se han intentado abordar los sectores en los que la exposición laboral a plaguicidas es más frecuente y existe más información al respecto. Por ello, no se han considerado otras actividades donde también es posible la exposición laboral, tales como alimentación, textil, aparatos electrónicos, depuración de aguas o acuicultura (1). Así pues, será necesario que la información contenida en la matriz se actualice en el futuro, modificando los datos existentes e incluyendo otros nuevos, tanto sobre exposición inhalatoria como dérmica, conforme exista un mejor conocimiento al respecto.

Entre las fortalezas, podemos destacar el hecho de que es la primera vez que se desarrolla un sistema de información, en forma de matriz empleo-exposición, sobre la exposición laboral a plaguicidas en España. Además, este trabajo ha permitido poner de manifiesto la escasez de datos objetivos (mediciones) de libre acceso sobre exposición laboral a estas sustancias, debido principalmente al carácter confidencial de esta información, y la necesidad del establecimiento de registros nacionales en los que se recojan los datos de las evaluaciones de exposición llevadas a cabo en nuestro país. Por otro lado, la inclusión de los plaguicidas en estudios como CAREX (CARcinogen EXposure), en el que se determinó la proporción de trabajadores expuestos a determinados compuestos cancerígenos, incluyendo en algunos casos algunos plaguicidas (TICAREX, en Costa Rica) (19), podría facilitar que la información contenida en la matriz relativa a la prevalencia de exposición se acerque lo máximo posible a la realidad española.

El uso de datos objetivos, procedentes de evaluaciones higiénicas realizadas en trabajadores expuestos en España y en otros países, así como de referencias bibliográficas relevantes, con información sobre las condiciones y características de la exposición en el caso de algunas de las sustancias activas incluidas en la matriz, han sido estrategias para reforzar en lo posible la validez de las estimaciones. En este sentido, la utilización de mediciones de exposición, en comparación con la estricta evaluación por expertos, aumenta la probabilidad de obtener estimaciones más fácilmente justificables (20). Así pues, solo se estableció un nivel alto de confianza del autor en las estimaciones obtenidas a partir de datos procedentes de otras matrices que pudieron ser contrastados con datos objetivos de mediciones sobre el terreno de fuentes nacionales o internacionales.

Desarrollo de una matriz empleo-exposición (MEE) para describir la exposición de los trabajadores a plaguicidas en España (1996-2005)

El establecimiento de estimaciones continuas (cuantitativas) favorece su uso en estudios epidemiológicos, pudiendo incluso aumentarse la sensibilidad y la especificidad de los datos, eliminando aquellos en los que se considere que la exposición es baja en términos de prevalencia y/o intensidad (13). Así pues, la subjetividad de las estimaciones retrospectivas se intentó limitar mediante el uso de datos procedentes de evaluaciones sobre el terreno y la consistencia de estos datos se aseguró indicando la documentación utilizada para las estimaciones y la confianza en las mismas, permitiendo la identificación de estimaciones poco fiables y su reevaluación.

Desde la creación de la matriz FINJEM por Kauppinen y colaboradores en 1998 (13), ésta ha sido utilizada como referencia para el desarrollo de otras matrices de base poblacional en diferentes países – principalmente nórdicos (21) –, adaptándola a las diferentes características de la estructura económica y ambiental de cada lugar. Este mismo proceso se ha seguido en el proyecto español MatEmESp (12), así como en la recopilación de la información relativa a la exposición a plaguicidas. Sin embargo, en FINJEM, al igual que en otras matrices como TEMPEST (14), la inclusión de datos de series temporales largas (varios decenios) ha permitido realizar estudios de tendencias en la exposición, difíciles de llevar a cabo para el periodo de estudio incluido en MatEmESp (10 años). En TEMPEST, por ejemplo, al incluir el periodo 1945-2005, se ha podido comprobar cómo los niveles de prevalencia e intensidad de exposición a plaguicidas han disminuido a lo largo del tiempo, mientras que en España se desconoce este patrón. A pesar de esto, la evolución de los datos de consumo en España deja entrever una ligera disminución en el uso de plaguicidas a partir de 2005 y hasta la actualidad (4), por lo que se podría esperar un patrón similar al descrito en TEMPEST también en España.

En 1972, la Agencia de Protección Ambiental de EEUU (USEPA) prohibió el plaguicida DDT, diez años después de la publicación de la obra de Rachel Carson (Primavera Silenciosa, 1962). Esta decisión no solo tuvo consecuencias en EEUU, y así en Europa, la Directiva 79/117/CEE prohibió la gran mayoría de compuestos organoclorados, incluido el DDT. En España, esto se tradujo en la prohibición de estas sustancias en 1994 (Orden de 4 de febrero de 1994) y posteriormente, en 2003 (Resolución de 30 de junio de 2003), de un grupo aun mayor de compuestos

Desarrollo de una matriz empleo-exposición (MEE) para describir la exposición de los trabajadores a plaguicidas en España (1996-2005)

peligrosos. Aunque esto ha supuesto una reducción muy importante en el uso de plaguicidas peligrosos para la salud humana y el medio ambiente, la autorización de nuevas sustancias activas, de efectos muchas veces desconocidos, hace necesaria la evaluación continua de estos compuestos, así como de las características de la exposición de los trabajadores afectados. La utilización de la MEE española MatEmESp, y de la información contenida en ella sobre exposición laboral a plaguicidas, como herramienta de evaluación de la exposición y como fuente de información de exposición para la vigilancia epidemiológica (13), pueden también colaborar a llevar a cabo esta necesaria evaluación en nuestro país.

Este trabajo supone el primer esfuerzo de recolección sistemática de datos de exposición laboral a plaguicidas en España, organizando la información por ocupaciones y siguiendo la metodología de construcción de las MEE para su inclusión en MatEmESp. A pesar de las limitaciones descritas previamente – por ausencia o limitada accesibilidad a los datos existentes –, la información recopilada en este trabajo sobre exposición laboral a plaguicidas, incluida ahora en MatEmESp, puede resultar útil tanto para la realización de estudios epidemiológicos como para la gestión preventiva, entre otros usos (13).

5. Agradecimientos

Mi agradecimiento por su contribución a Miguel Angel Alba Hidalgo, de la Sociedad de Prevención FREMAP y colaborador del proyecto MatEmESp, por la aportación de datos de evaluaciones de riesgo llevadas a cabo en España, lo que permitió usar datos objetivos de calidad como referencia para este trabajo.

Agradezco también la colaboración de M^a Carmen González Galarzo, investigadora en el Proyecto MatEmESp, por su ayuda en la conversión de las ocupaciones desde el censo finlandés a la Clasificación Nacional de Ocupaciones española y por su colaboración como revisora de las conversiones y de los datos incluidos en la matriz.

Agradezco igualmente la contribución de las asociaciones empresariales AEPLA (Asociación Empresarial para la Protección de la Plantas) y ADELMA (Asociación de Empresas de Detergentes y Productos de Limpieza), por facilitarme los datos de consumo de plaguicidas en España en el periodo de estudio.

Finalmente, agradezco a Rudolf van der Haar, de MC-Mutual, docente de la Universitat Pompeu Fabra, integrante de CiSAL e investigador en el Proyecto MatEmESp, así como a Ana María García, de la Universitat de Valencia, colaboradora de CiSAL e investigadora principal del Proyecto MatEmESp, su apoyo, comprensión y ayuda para la realización de este trabajo.

6. Referencias

- (1) Ramírez JA, Lacasaña M. Plaguicidas: clasificación, uso, toxicología y medición de la exposición. Arch Prev Riesg Labor 2001;4(2):67-75.
- (2) Delgado Cobos P. La realización de estudios de campo para evaluar la exposición laboral a productos fitosanitarios como parte del proceso de autorización [Internet]. Centro Nacional de Medios de Protección del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo; 2011 [cited 2012-07-15]. Available from: <http://congreso.agroprevencion.com/icongreso/comunicaciones/pedrodelgado.pdf>
- (3) Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. Lista comunitaria de sustancias activas incluidas, excluidas y en evaluación comunitaria [Internet]. Magrama; 2012 [updated 2012-04-26; cited 2012-07-15]. Available from: http://www.magrama.gob.es/agricultura/pags/fitos/registro/fichas/pdf/Lista_sa.pdf
- (4) Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. Perfil Ambiental de España 2006, Informe basado en indicadores [Internet]. Magrama; 2006 [cited 2012-07-15]. Available from: <http://www.magrama.gob.es/>
- (5) García AM, Ramírez A, Lacasaña M. Prácticas de utilización de plaguicidas en agricultores. Gac Sanit 2002;16(3):236-240.
- (6) Ministerio de Sanidad y Consumo. Protocolos de vigilancia sanitaria específica: Plaguicidas [Internet]. MSC; 1999 [cited 2012-07-15]. Available from: <http://www.msc.es/ciudadanos/saludAmbLaboral/docs/plaguicidas.pdf>
- (7) Ministerio de trabajo. Encuesta Nacional de Condiciones de Trabajo en el Sector Agropecuario [Internet]. INSHT; 2009 [cited 2012-07-15]. Available from: <http://www.insht.es/Observatorio/Contenidos/InformesPropios/Desarrollados/Ficheros/Encuesta%20Nacional%20Agropecuaria.pdf>
- (8) Delgado-Martinez M. Efectos crónicos de los fitosanitarios. En: Respuesta ante las intoxicaciones agudas por plaguicidas. Guillén J, Serrano JL, et al. Consejería de Salud de la Junta de Andalucía 2003:87-96.
- (9) Frazier LM. Reproductive disorders associated with pesticide exposure. J Agromedicine 2007;12(1):27-37.
- (10) Liu J, Schelar E. Pesticide exposure and child neurodevelopment: summary and implications. Workplace Health Saf 2012;60(5):235-42.
- (11) Alavanja MC, Bonner MR. Occupational pesticide exposures and cancer risk: a review. J Toxicol Environ Health B Crit Rev 2012;15(4):238-63.

Desarrollo de una matriz empleo-exposición (MEE) para describir la exposición de los trabajadores a plaguicidas en España (1996-2005)

- (12) García AM, Galarzo MC, Alba MA, Gordo J, van der Haar R, Briceño F, et al. Proyecto MatEmEsp: matrices empleo-exposición para trabajadores españoles. *Seguridad y medio ambiente* 2011;123:22-34.
- (13) Kauppinen T, Toikkanen J, Pukkala E. From cross-tabulations to multipurpose exposure information systems: a new job-exposure matrix. *Am J Ind Med* 1998;33(4):409-17.
- (14) Dick F, Semple S, van Tongeren M, Miller B, Ritchie P, Sherriff D, Cherrie W. Development of a Task-Exposure Matrix (TEM) for Pesticide Use (TEMPEST). *Ann Hyg* 2010(54):443-452.
- (15) Viera AJ, Garret JM. Understanding Interobserver Agreement: The Kappa Statistic. *Fam Med* 2005;37(5):360-363.
- (16) Delgado P. Riesgos para la salud en plantas de formulación de plaguicidas. 1ª ed. Madrid: Servicio de ediciones y publicaciones del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT); 1994.
- (17) Dana E. Principales familias de herbicidas: de acción foliar y translocación; de contacto; con actividad en el suelo; con actividad foliar y a través del suelo [Internet]. Universidad de Almería; 2003 [cited 2012-07-15]. Available from: <http://www.ual.es/personal/edana/bot/mh/temas/t9.htm>
- (18) Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSHT). Límites de exposición profesional para agentes químicos en España 2012 [Internet]. CNSST; 2012 [cited 2012-07-15]. Available from: <http://www.insht.es/>
- (19) Chaves J, Partanen T, Wessling C, Chaverri F, Monge P, Aragón A, Ruepert C, Kogevinas M, Kaupinen T, et al. TICAREX: Exposiciones laborales a agentes cancerígenos y plaguicidas en Costa Rica. *Arch Prev Riesg Lab* 2005;8(1):30-37.
- (20) Burstyn I. The ghost of methods past: exposure assessment versus job-exposure matrix studies. *Occup Environ Med* 2011;68:2-3.
- (21) Kauppinen T, Heikkilä P, Plato N, Woldbaek T, Lenvik K, Hansen J, Kristjansson V, Pukkala E. Construction of job-exposure matrices for the Nordic Occupational Cancer Study (NOCCA). *Acta Oncol* 2009;48(5):791-800.
- (22) Spinosi J, Fecotte J, Vial G. Le programme MATPHYTO. Matrices cultures-expositions aux produits phytosanitaires [Internet]. Institute de Vaille Sanitaire; 2008 [cited 2012-07-15]. Available from: <http://www.invs.sante.fr>

Desarrollo de una matriz empleo-exposición (MEE) para describir la exposición de los trabajadores a plaguicidas en España (1996-2005)

- (23) van Tongeren M, Nieuwenhuijsen MJ, Gardiner K, Armstrong B, Vrijheid M, Dolk Helen and Botting B. A job-exposure matrix for potential endocrine-disrupting chemicals developed for a study into the association between maternal occupational exposure and hypospadias. *Ann Occup Hyg* 2002;46(5):465-477.
- (24) Iglesia Huerta A, Delgado Cobos P. Plaguicidas: Neurotoxicidad y vigilancia de la salud. *Seguridad y Salud en el Trabajo* 2000;8:5-10.
- (25) Medved L, Kagan J, Plaguicidas in Finklea J, Coppée G, Hunt V, Kraus R, Laurig W, Messite J, et al. *Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo*. Cuarta ed.: Ginebra; 1998.
- (26) Maizlish N, Feo O. Alteraciones neuropsicológicas en trabajadores expuestos a neurotóxicos. *Salud de los trabajadores* 1994;2(1):19-25.
- (27) Ji BT, Silverman DT, Stewart PA, Blair A, Swanson GM, Baris D, et al. Occupational exposure to pesticides and pancreatic cancer. *Am J Ind Med* 2001;39(1):92-9.
- (28) Ferrer A, Romano D. Estudio de caso 3: Evaluación del impacto de los plaguicidas en la agricultura intensiva almeriense [Internet]. ISTAS; 2005 [cited 2012-07-15]. Available from: <http://www.istas.ccoo.es/descargas/CFSE/CFSE05-04.pdf>
- (29) Ministerio de Sanidad y Consumo. Orden de 4 de febrero de 1994 por la que se prohíbe la comercialización y utilización de plaguicidas de uso ambiental que contienen determinados ingredientes activos peligrosos. *BOE* 1994 17 de Febrero de 1994;41.
- (30) Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Resolución de 30 de junio de 2003, de la Dirección General de Agricultura, por la que se publican las fechas y plazos para la retirada del mercado de productos fitosanitarios, regulada por la Orden APA/1610/2003. *BOE* 2003 10 de Julio 2003;16.
- (31) García-Repetto R, Soria ML, Giménez MP, Menéndez M, Repetto M. Deaths from Pesticide Poisoning in Spain from 1991 to 1996. *Vet Human Toxicol* 1998;40(3):166-169.
- (32) Red de Acción en plaguicidas del Reino Unido. La Lista de las Listas. Catálogo de listas de plaguicidas que identifican aquellos asociados con impactos particularmente dañinos para la salud o el medio ambiente 3ª Edición [Internet]. PANUK; 2009 [cited 2012-07-15]. Available from: <http://www.panuk.org/publications/list-of-lists-2009>

Desarrollo de una matriz empleo-exposición (MEE) para describir la exposición de los trabajadores a plaguicidas en España (1996-2005)

- (33) Hines C, Deddens J, Jaycox L, Andrews R, Striley C, Alavanja M. Determinants of Captan Air and Dermal Exposures among Orchard Pesticide Applicators in the Agricultural Health Study. *Ann Occup Hyg* 2011;55(6):620-633.
- (34) Knopp D. Assessment of exposure to 2,4-dichlorophenoxyacetic acid in the chemical industry: results of a five year biological monitoring study. *Occup Environ Med* 1994;51:152-159.
- (35) Geer LA, Cardello N, Dellarco MJ, Leighton TJ, Zendzian RP, Roberts JD, Buckley TJ. Comparative Analysis of Passive Dosimetry and Biomonitoring for Assessing Chlorpyrifos Exposure in Pesticide Workers. *Ann Occup Hyg* 2004;48(8):683-695.
- (36) Delgado Cobos P, Vázquez Prieto C, Ledesma Díaz MJ. Evaluación de la exposición dérmica y respiratoria a endosulfán y captán en invernaderos. *Salud y trabajo* 1994;103:20-26.
- (37) Cattani M, Cena K, Edwards J, Pisaniello D. Potential dermal and inhalation exposure to chlorpyrifos in Australian pesticide workers. *Ann Occup Hyg* 2001;45(4):299-308.
- (38) Llewellyn DM, Brazier A, Brown R, Cocker J, Evans ML, Hampton J, Nutley BP, White J. Occupational exposure to permethrin during its use as a public hygiene insecticide. *Ann Occup Hyg* 1996;40(5):499-509.
- (39) Cruz-Márquez M, Arrebola FJ, Egea-González FJ, Castro-Cano ML, Martínez-Vidal JL. Gas chromatographic-tandem mass spectrometric analytical method for the study of inhalation, potential dermal and actual exposure of agricultural workers to the pesticide malathion. *J Chromatogr A* 2001;929:79-89.

Desarrollo de una matriz empleo-exposición (MEE) para describir la exposición de los trabajadores a plaguicidas en España (1996-2005)

7. Tablas

Tabla 1: Estrategias de búsqueda de literatura sobre exposición a plaguicidas.

Búsquedas	Objetivos de la búsqueda	Principales términos utilizados en cada búsqueda	Buscadores usados	Documentos identificados tras cada búsqueda y utilizados para la matriz
Búsqueda 1	Ocupaciones expuestas a plaguicidas en España.	Plaguicidas, pesticidas, fitosanitarios, biocidas, matriz empleo-exposición, ocupaciones expuestas.	Google, Google Académico	(1) (6) (16) (14) (22) (23) (24) (25) (26) (27)
Búsqueda 2	Fuentes de exposición laboral y plaguicidas (sustancias activas) de referencia.	Agricultura, madera, ganadería, exposición, trabajadores expuestos, herbicidas, fungicidas, insecticidas, organoclorados, carbamatos, organofosforados, piretrinas.	Google, Google Académico, PubMed.	(3) (14) (28) (29) (30) (31) (32)
Búsqueda 3	Estimaciones de prevalencia e intensidad de exposición.	Endosulfán, clorpirifos, metomilo, piretrina, tiram, captan, atrazina, dicuat, paracuat, 2,4 D, diurón, estimaciones, exposición, intensidad, prevalencia, agricultura, madera, plagas, fabricación.	Google, Google Académico, PubMed.	(14) (33) (34) (35) (36) (37) (38) (39)

Desarrollo de una matriz empleo-exposición (MEE) para describir la exposición de los trabajadores a plaguicidas en España (1996-2005)

Tabla 2. Clasificación de la prevalencia de exposición

Prevalencia de exposición	Descripción del Nivel
0-10%	Bajo
11-30%	Medio
31-100%	Alto

Desarrollo de una matriz empleo-exposición (MEE) para describir la exposición de los trabajadores a plaguicidas en España (1996-2005)

Tabla 3. Clasificación del nivel/intensidad de exposición inhalatoria

Intensidad de exposición	Descripción del Nivel
Sin exposición	
$\leq 5\%$ VLA*	Bajo
$>5; \leq 25\%$ VLA	Medio
$>25; \leq 100\%$ VLA	Alto
$>100\%$ VLA	Muy Alto

* VLA – Valor Límite Ambiental (Límites de exposición laboral, INSHT 2012).

Desarrollo de una matriz empleo-exposición (MEE) para describir la exposición de los trabajadores a plaguicidas en España (1996-2005)

Tabla 4. Mediciones utilizadas en estimaciones del nivel de exposición inhalatoria

Datos (Mediciones puntuales o medias geométricas)	Descripción fuente de información	Autor, año [número de referencia]	País
0,11 mg/m ³ (Tiram)	Datos procedentes de evaluación ambiental realizada por servicio de prevención en plantas de fabricación de plaguicidas	FREMAP, 2008-2010	España
0,014 mg/m ³ (Clorpirifós)	Datos procedentes de evaluación ambiental realizada por servicio de prevención en plantas de fabricación de plaguicidas	FREMAP, 2008-2010	España
0,05 mg/m ³ (Diurón)	Datos procedentes de evaluación ambiental realizada por servicio de prevención en plantas de fabricación de plaguicidas	FREMAP, 2008-2010	España
0,022 mg/m ³ (Clorpirifós)	Datos en artículo publicado procedentes de evaluación inhalatoria y dérmica en trabajadores de control de plagas estructurales (Pest Control)	Cattani, 2001 [36]	Australia
0,3 mg/m ³ (Captán)	Datos en artículo publicado procedentes de evaluación inhalatoria y dérmica en trabajadores de invernaderos	Delgado, 1994 [35]	España
0,04 mg/m ³ (Endosulfán)	Datos en artículo publicado procedentes de evaluación inhalatoria y dérmica en trabajadores de invernaderos	Delgado, 1994 [35]	España
0,5 mg/m ³ (2,4-D)	Datos en artículo publicado procedentes de evaluación ambiental en plantas de fabricación de plaguicidas	Knopp, 1994 [33]	Alemania
0,018 mg/m ³ (Captán)	Datos en artículo publicado procedentes de evaluación inhalatoria y dérmica en trabajadores de invernaderos	Hines, 2011 [32]	EEUU
0,37 mg/m ³ (Clorpirifós) [Dato puntual máximo]	Datos en artículo publicado procedentes de evaluación inhalatoria y dérmica en trabajadores de control de plagas estructurales (Pest Control)	Geer, 2004 [34]	Reino Unido
0,24 mg/m ³ (Permetrin) [Dato puntual máximo]	Datos en artículo publicado procedentes de evaluación inhalatoria y dérmica en trabajadores de control de plagas estructurales (Pest Control)	Llewellyn, 1996 [37]	Reino Unido
0,09 mg/m ³ (Malatión)	Datos en artículo publicado procedentes de evaluación inhalatoria y dérmica en agricultores	Cruz-Márquez, 2001 [38]	España

Desarrollo de una matriz empleo-exposición (MEE) para describir la exposición de los trabajadores a plaguicidas en España (1996-2005)

Tabla 5. Listado de ocupaciones expuestas a plaguicidas en España (n=45)*

Código (CNO-94)	Definición	Código (CNO-94)	Definición
1401	Gerencia de explotaciones agrarias, de caza, de pesca y de silvicultura con menos de 10 asalariados	3113	Asesores agrícolas y forestales
1701	Gerencia de explotaciones agrarias, de caza, de pesca y de silvicultura sin asalariados	6021	Trabajadores cualificados por cuenta ajena en actividades agrícolas, excepto en huertas, viveros y jardines
6011	Trabajadores cualificados por cuenta propia en actividades agrícolas, excepto en huertas, viveros y jardines	8530	Operadores de maquinaria agrícola móvil
6012	Trabajadores cualificados por cuenta propia en huertas, viveros y jardines	9430	Peones agropecuarios
6022	Trabajadores cualificados por cuenta ajena en huertas, viveros y jardines	9800	Peones del transporte y descargadores
9410	Peones agrícolas	8159	Otros operadores de instalaciones de tratamiento de productos químicos
8040	Encargados de taller de madera y jefes de equipo en la fabricación de papel	7250	Personal de limpieza de fachadas de edificios y deshollinadores
8141	Operadores de serrerías, de máquinas de contrachapado y de instalaciones conexas para el tratamiento de la madera	9121	Personal de limpieza de oficinas, hoteles (camareras de piso) y otros establecimientos similares
6241	Taladores, trozadores y otros trabajadores forestales	3123	Higienistas
6242	Carboneros de carbón vegetal y asimilados	2130	Veterinarios
9440	Peones forestales	3122	Ayudantes de veterinaria
6220	Trabajadores cualificados por cuenta propia en actividades forestales y asimilados (1)	3112	Técnicos agrónomos, zootécnicos y forestales
8152	Operadores en instalaciones de tratamiento químico térmico	6111	Trabajadores cualificados por cuenta propia en actividades ganaderas, incluidas las de animales de compañía y animales domésticos de piel valiosa
8050	Jefes de equipo en instalaciones de tratamiento químico (1)	6112	Trabajadores cualificados por cuenta propia en actividades avícolas
8142	Operadores en instalaciones para la fabricación de pasta de papel	6119	Otros trabajadores cualificados por cuenta propia en actividades ganaderas

Desarrollo de una matriz empleo-exposición (MEE) para describir la exposición de los trabajadores a plaguicidas en España (1996-2005)

8143	Operadores en instalaciones para la fabricación de papel	6121	Trabajadores cualificados por cuenta ajena en actividades ganaderas, incluidas las de animales de compañía y animales domésticos de piel valiosa
9700	Peones de industrias manufactureras	6122	Trabajadores cualificados por cuenta ajena en actividades avícolas
7911	Trabajadores del tratamiento de la madera	6129	Otros trabajadores cualificados por cuenta ajena en actividades ganaderas
8240	Encargado de operadores de máquinas para fabricar productos de madera	6210	Trabajadores cualificados por cuenta propia en actividades agropecuarias
8340	Operadores de máquinas para fabricar productos de madera	6230	Trabajadores cualificados por cuenta ajena en actividades agropecuarias
2711	Profesionales en ciencias biológicas y asimilados	9420	Peones ganaderos
2712	Ingenieros técnicos en especialidades agrícolas y forestales	3112	Técnicos agrónomos, zootécnicos y forestales
2113	Agrónomos y asimilados		

* Las ocupaciones en negrita fueron identificadas por el evaluador de MatEmESp y el autor a partir de FINJEM (n=14). Las no resaltadas fueron identificadas por el autor, tras la revisión bibliográfica (n=31).

1. Ocupaciones identificadas a partir de FINJEM solo por el autor (n=2).

Desarrollo de una matriz empleo-exposición (MEE) para describir la exposición de los trabajadores a plaguicidas en España (1996-2005)

Tabla 6. Principales plaguicidas utilizados en el periodo de estudio (1996-2005).

Clasificación	Ejemplos de ingredientes activos en el grupo químico
Insecticidas	
Organoclorados	Dieldrín, Lindano, Endosulfán
Organofosforados	Malatión, Paratión, Metil Paratión, Clorpirifos, Dicrotofós, Triclorfón
Carbamatos	Carbaril, Propoxur, Metomilo
Otros	Piretrinas, Permetrina, Teflutrin, Rotenona
Herbicidas	
A	Paracuat, Dicuat, MSMA (Arsenical)
B	2,4 D, 4-CPA, MCPA, Glifosato
C	Atrazina, Simazina
D	Diurón, Bromacilo
Fungicidas	
Carbamatos y Ditiocarbamatos	Mancozeb, Maneb, Zineb, Tiram, Benomilo, Ferbam,
Otros	Arsenito sódico (AS), Captan, Butilamina,

Desarrollo de una matriz empleo-exposición (MEE) para describir la exposición de los trabajadores a plaguicidas en España (1996-2005)

Tabla 7. Sustancias activas de referencia para el periodo 1996-2005.

Clasificación de plaguicidas			Observaciones	
Uso	Grupo químico	Sustancia activa	Características	VLA* (VD**)
Insecticida	Organoclorado	Endosulfán	Prohibido desde 2006 ¹ .	0,1 mg/m ³ (VD)
Insecticida	Organofosforado	Clorpirifos	En uso como fitosanitario en 2012 ² . Autorizado como biocida hasta 2008 ⁴ .	0,1 mg/m ³ (VD)
Insecticida	Carbamato	Metomilo	En uso en 2012 ² .	2,5 mg/m ³
Insecticida	Otros (Piretrinas)	Piretrina	En uso en 2012 ² .	1 mg/m ³
Fungicidas	Carbamato	Tiram	En uso en 2012 ² .	1 mg/m ³
Fungicidas	Otros (Phtalimida)	Captan	En uso en 2012 ² .	5 mg/m ³
Herbicida	A (Bipiridilo)	Dicuat/ Paracuat	En uso en 2012 ² .	0,5 mg/m ³ (VD) [Fracción inhalable]
Herbicida	B (Acido Fenoxiacético)	2,4 D	En uso en 2012 ² .	10 mg/m ³
Herbicida	C (Triazina)	Atrazina	Prohibido desde 2004 ³ .	5 mg/m ³
Herbicida	D (Urea)	Diurón	En uso en 2012 ² .	10 mg/m ³

* Valor Límite Ambiental (Límites de exposición profesional para agentes químicos en España, INSHT 2012).

** VD: Vía dérmica.

1) Reglamento (EC) No 777/2006.

2) Lista comunitaria de sustancias incluidas, excluidas y en evaluación comunitaria. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, 26 de Abril de 2012.

3) Reglamento (EC) No 775/2004.

4) Decisión de la Comisión de 14 de agosto de 2007.

Desarrollo de una matriz empleo-exposición (MEE) para describir la exposición de los trabajadores a plaguicidas en España (1996-2005)

Tabla 8. Sustancias activas de referencia no seleccionadas.

Clasificación de plaguicidas			Observaciones	
Uso	Grupo químico	Sustancia activa	Características	VLA* (VD**)
Insecticida	Organoclorado	Lindano	Prohibición de su comercialización y uso como fitosanitario en 2003 ¹ .	0,5 mg/m ³ (VD)
Insecticida	Organofosforado	Paratión	Prohibido desde 2003 ¹ .	0,1 mg/m ³ (VD)
Insecticida	Carbamato	Propoxur	Prohibido desde 2003 ¹ .	0,5 mg/m ³
Fungicida	Carbamato	Benomilo	Prohibido desde 2003 ¹ .	10 mg/m ³
Fungicida	Otros	Arsenito sódico (AS)	Prohibido desde 2003 ¹ .	0,01 mg/m ³
Herbicidas	A (Arsenical)	MSMA	Prohibido desde 2003 ¹ .	0,01 mg/m ³
Herbicidas	B (Acido Fenoxiacético)	4-CPA	Prohibido desde 2003 ¹ .	No establecido
Herbicidas	D (Uracilo)	Bromacilo	Prohibido desde 2003 ¹ .	10 mg/m ³

* Valor Límite Ambiental (Límites de exposición profesional para agentes químicos en España, INSHT 2012).

** VD: Vía dérmica.

1) Resolución de 30 de junio de 2003, de la Dirección General de Agricultura.

Desarrollo de una matriz empleo-exposición (MEE) para describir la exposición de los trabajadores a plaguicidas en España (1996-2005)

Tabla 9. Ocupaciones con prevalencia alta y nivel medio de intensidad de exposición

(Insecticidas)

Código CNO-94	Descripción de la ocupación
6011	Trabajadores cualificados por cuenta propia en actividades agrícolas, excepto en huertas, viveros y jardines
6012	Trabajadores cualificados por cuenta propia en huertas, viveros y jardines
6021	Trabajadores cualificados por cuenta ajena en actividades agrícolas, excepto en huertas, viveros y jardines
9410	Peones agrícolas
8530	Operadores de maquinaria agrícola móvil
9430	Peones agropecuarios
6022	Trabajadores cualificados por cuenta ajena en huertas, viveros y jardines
9800	Peones del transporte y descargadores
8152	Operadores en instalaciones de tratamiento químico térmico
8050	Jefes de equipo en instalaciones de tratamiento químico
8159	Otros operadores de instalaciones de tratamiento de productos químicos
9700	Peones de industrias manufactureras
8040	Encargados de taller de madera y jefes de equipo en la fabricación de papel
8141	Operadores de serrerías, de máquinas de contrachapado y de instalaciones conexas para el tratamiento de la madera
7911	Trabajadores del tratamiento de la madera
8240	Encargado de operadores de máquinas para fabricar productos de madera
8340	Operadores de máquinas para fabricar productos de madera
6111	Trabajadores cualificados por cuenta propia en actividades ganaderas, incluidas las de animales de compañía y animales domésticos de piel valiosa
6112	Trabajadores cualificados por cuenta propia en actividades avícolas
6119	Otros trabajadores cualificados por cuenta propia en actividades ganaderas
6121	Trabajadores cualificados por cuenta ajena en actividades ganaderas, incluidas las de animales de compañía y animales domésticos de piel valiosa
6122	Trabajadores cualificados por cuenta ajena en actividades avícolas
6129	Otros trabajadores cualificados por cuenta ajena en actividades ganaderas
6210	Trabajadores cualificados por cuenta propia en actividades agropecuarias
6230	Trabajadores cualificados por cuenta ajena en actividades agropecuarias
9420	Peones ganaderos

Desarrollo de una matriz empleo-exposición (MEE) para describir la exposición de los trabajadores a plaguicidas en España (1996-2005)

Tabla 10. Ocupaciones con prevalencia alta y nivel medio de intensidad de exposición (Fungicidas-Herbicidas)

Código CNO-94	Descripción de la ocupación
6011	Trabajadores cualificados por cuenta propia en actividades agrícolas, excepto en huertas, viveros y jardines
6012	Trabajadores cualificados por cuenta propia en huertas, viveros y jardines
6021	Trabajadores cualificados por cuenta ajena en actividades agrícolas, excepto en huertas, viveros y jardines
9410	Peones agrícolas
8530	Operadores de maquinaria agrícola móvil
9430	Peones agropecuarios

Desarrollo de una matriz empleo-exposición (MEE) para describir la exposición de los trabajadores a plaguicidas en España (1996-2005)

8. Anexos

Anexo I. Consumo de plaguicidas en España 1996-2005 (toneladas)

Fitosanitarios (Fuente AEPLA)				Biocidas, aprox. (Fuente ADELMA)		
1996				1996		
Fungicidas	Herbicidas	Insecticidas	Otros	Insecticidas	Rodenticidas	Termiticidas
21674	23640	19708	21671	700	200	80
1997				1997		
Fungicidas	Herbicidas	Insecticidas	Otros	Insecticidas	Rodenticidas	Termiticidas
24093	25009	20523	22244	700	200	80
1998				1998		
Fungicidas	Herbicidas	Insecticidas	Otros	Insecticidas	Rodenticidas	Termiticidas
25552	25719	19966	23006	800	300	100
1999				1999		
Fungicidas	Herbicidas	Insecticidas	Otros	Insecticidas	Rodenticidas	Termiticidas
26149	24846	22298	24756	800	300	100
2000				2000		
Fungicidas	Herbicidas	Insecticidas	Otros	Insecticidas	Rodenticidas	Termiticidas
28101	24568	22278	27960	800	300	100
2001				2001		
Fungicidas	Herbicidas	Insecticidas	Otros	Insecticidas	Rodenticidas	Termiticidas
29402	28344	22080	31117	800	300	100
2002				2002		
Fungicidas	Herbicidas	Insecticidas	Otros	Insecticidas	Rodenticidas	Termiticidas
30847	27783	21982	28845	1000	500	100
2003				2003		
Fungicidas	Herbicidas	Insecticidas	Otros	Insecticidas	Rodenticidas	Termiticidas
30322	28742	21705	31362	1000	700	100
2004				2004		
Fungicidas	Herbicidas	Insecticidas	Otros	Insecticidas	Rodenticidas	Termiticidas
34486	32557	20099	23316	1000	700	100
2005				2005		
Fungicidas	Herbicidas	Insecticidas	Otros	Insecticidas	Rodenticidas	Termiticidas
27356	23959	17008	28036	1000	600	100

AEPLA: Asociación Empresarial para la Protección de la Plantas

ADELMA: Asociación de Empresas de Detergentes y Productos de Limpieza

Desarrollo de una matriz empleo-exposición (MEE) para describir la exposición de los trabajadores a plaguicidas en España (1996-2005)

Anexo II: Estudio de la concordancia kappa entre ambos evaluadores con Stata

Evaluador A (MatEmESp)	Evaluador B (Autor)				Total
	No		Sí		
	n	(%)	n	(%)	
No	468	97	2	0,4	470
Sí	0	---	12	2,5	12
Total	468	---	14	---	482
% Concordancia (1)			99,5%		

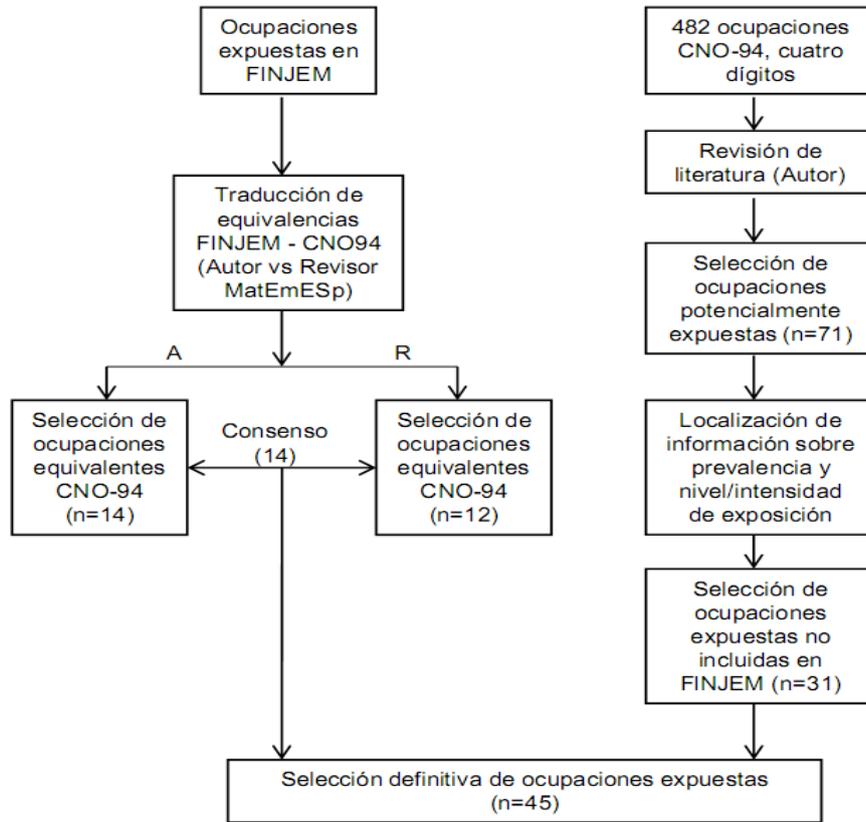
1. El porcentaje de concordancia es la proporción de Sí/Sí más la de No/No.

. kap evaluadora evaluadorb

Agreement	Expected Agreement	Kappa	Std. Err.	Z	Prob>Z
99.59%	94.75%	0.9210	0.0454	20.28	0.0000

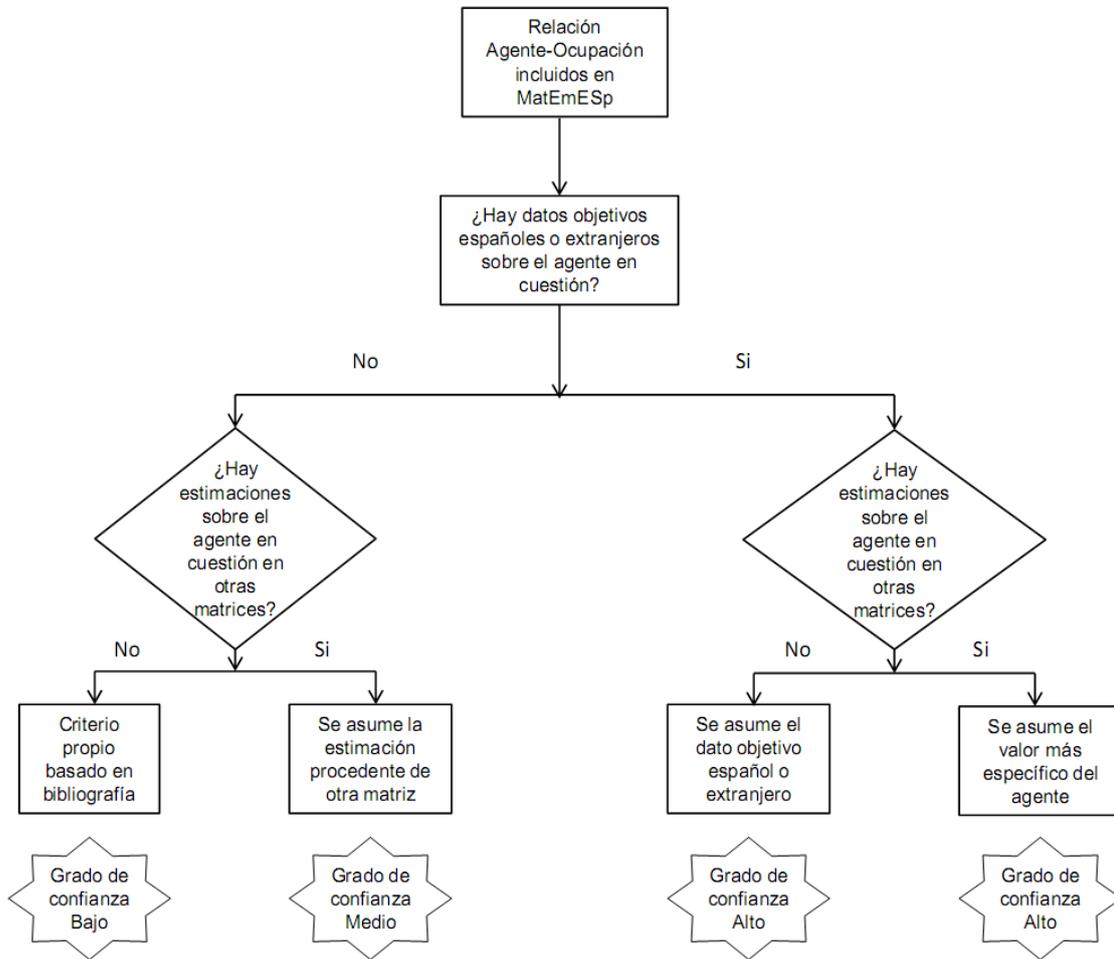
Desarrollo de una matriz empleo-exposición (MEE) para describir la exposición de los trabajadores a plaguicidas en España (1996-2005)

Anexo III. Proceso de construcción del eje de ocupaciones expuestas a plaguicidas



Desarrollo de una matriz empleo-exposición (MEE) para describir la exposición de los trabajadores a plaguicidas en España (1996-2005)

Anexo IV. Proceso de estimación de prevalencia e intensidad de exposición



Desarrollo de una matriz empleo-exposición (MEE) para describir la exposición de los trabajadores a plaguicidas en España
(1996-2005)

Anexo V. Estimaciones de prevalencia e intensidad de exposición a fungicidas.

AGENTE	OCUPACIÓN (código CNO-94)	DESCRIPCIÓN OCUPACIÓN	ESTIMADOR _P/1996- 2005/ / /	AÑO/PERIODO PARA ESTIMADOR_P	COMENTARIOS/ FUENTES PARA ESTIMADOR_P	GRADO DE CONFIANZA PARA ESTIMADOR _P	ESTIMADOR _N_I/1996- 2005/ / /	AÑO/PERIODO PARA ESTIMADOR_ N_I	COMENTARIOS/ FUENTES PARA ESTIMADOR_N_ I	GRADO DE CONFIANZA PARA ESTIMADOR _N_I	COMENTARIOS
Tiram	6011	Trabajadores cualificados por cuenta propia en actividades agrícolas, excepto en huertas, viveros y jardines	38,00	1996-2005	Valor más desfavorable en TEMPEST ¹ . FINJEM ² : P= 25% para todos los fungicidas en agricultura.	MEDIO	0,02	1996-2005	Valor más desfavorable en TEMPEST. Valor intermedio del intervalo 6-25% VLA. FINJEM: I=0,01 ppm para todos los fungicidas en agricultura.	MEDIO	Sustancia activa sin notación "vía dérmica". VLA = 0,1 ppm = 1 mg/m ³ .
Tiram	6012	Trabajadores cualificados por cuenta propia en huertas, viveros y jardines	38,00	1996-2005	Valor más desfavorable en TEMPEST. Valor intermedio del intervalo 6-25% VLA. FINJEM: P= 25% para todos los fungicidas en agricultura.	MEDIO	0,02	1996-2005	Valor más desfavorable en TEMPEST. Valor intermedio del intervalo 6-25% VLA. FINJEM: I=0,01 ppm para todos los fungicidas en agricultura.	MEDIO	Sustancia activa sin notación "vía dérmica". VLA = 0,1 ppm = 1 mg/m ³ .
Tiram	6021	Trabajadores cualificados por cuenta ajena en actividades agrícolas, excepto en huertas, viveros y jardines	38,00	1996-2005	Valor más desfavorable en TEMPEST. Valor intermedio del intervalo 6-25% VLA. FINJEM: P= 25% para todos los fungicidas en agricultura.	MEDIO	0,02	1996-2005	Valor más desfavorable en TEMPEST. Valor intermedio del intervalo 6-25% VLA. FINJEM: I=0,01 ppm para todos los fungicidas en agricultura.	MEDIO	Sustancia activa sin notación "vía dérmica". VLA = 0,1 ppm = 1 mg/m ³ .

Desarrollo de una matriz empleo-exposición (MEE) para describir la exposición de los trabajadores a plaguicidas en España
(1996-2005)

Tiram	9410	Peones agrícolas	38,00	1996-2005	Valor más desfavorable en TEMPEST. Valor intermedio del intervalo 6-25% VLA. FINJEM: P= 25% para todos los fungicidas en agricultura.	MEDIO	0,02	1996-2005	Valor más desfavorable en TEMPEST. Valor intermedio del intervalo 6-25% VLA. FINJEM: I=0,01 ppm para todos los fungicidas en agricultura.	MEDIO	Sustancia activa sin notación "vía dérmica". VLA = 0,1 ppm = 1 mg/m3.
Tiram	2711	Profesionales en ciencias biológicas y asimilados	10,00	1996-2005	Criterio propio basado en bibliografía	BAJO	0,003	1996-2005	Criterio propio basado en bibliografía. Valor intermedio del intervalo 0-5% VLA	BAJO	Sustancia activa sin notación "vía dérmica". VLA = 0,1 ppm = 1 mg/m3.
Tiram	2712	Ingenieros técnicos en especialidades agrícolas y forestales	10,00	1996-2005	Criterio propio basado en bibliografía	BAJO	0,003	1996-2005	Criterio propio basado en bibliografía. Valor intermedio del intervalo 0-5% VLA	BAJO	Sustancia activa sin notación "vía dérmica". VLA = 0,1 ppm = 1 mg/m3.
Tiram	2113	Agrónomos y asimilados	10,00	1996-2005	Criterio propio basado en bibliografía	BAJO	0,003	1996-2005	Criterio propio basado en bibliografía. Valor intermedio del intervalo 0-5% VLA	BAJO	Sustancia activa sin notación "vía dérmica". VLA = 0,1 ppm = 1 mg/m3.
Tiram	3112	Técnicos agrónomos, zootécnicos y forestales	10,00	1996-2005	Criterio propio basado en bibliografía	BAJO	0,003	1996-2005	Criterio propio basado en bibliografía. Valor intermedio del intervalo 0-5% VLA	BAJO	Sustancia activa sin notación "vía dérmica". VLA = 0,1 ppm = 1 mg/m3.
Tiram	3113	Asesores agrícolas y forestales	10,00	1996-2005	Criterio propio basado en bibliografía	BAJO	0,003	1996-2005	Criterio propio basado en bibliografía. Valor intermedio del intervalo 0-5% VLA	BAJO	Sustancia activa sin notación "vía dérmica". VLA = 0,1 ppm = 1 mg/m3.

Desarrollo de una matriz empleo-exposición (MEE) para describir la exposición de los trabajadores a plaguicidas en España
(1996-2005)

Tiram	8530	Operadores de maquinaria agrícola móvil	38,00	1996-2005	Valor más desfavorable en TEMPEST. Valor intermedio del intervalo 6-25% VLA. FINJEM: P= 25% para todos los fungicidas en agricultura.	MEDIO	0,02	1996-2005	Valor más desfavorable en TEMPEST. Valor intermedio del intervalo 6-25% VLA. FINJEM: I=0,01 ppm para todos los fungicidas en agricultura.	MEDIO	Sustancia activa sin notación "vía dérmica". VLA = 0,1 ppm = 1 mg/m3.
Tiram	9430	Peones agropecuarios	38,00	1996-2005	Valor más desfavorable en TEMPEST. Valor intermedio del intervalo 6-25% VLA. FINJEM: P= 25% para todos los fungicidas en agricultura.	MEDIO	0,02	1996-2005	Valor más desfavorable en TEMPEST. Valor intermedio del intervalo 6-25% VLA. FINJEM: I=0,01 ppm para todos los fungicidas en agricultura.	MEDIO	Sustancia activa sin notación "vía dérmica". VLA = 0,1 ppm = 1 mg/m3.
Tiram	1401	Gerencia de explotaciones agrarias, de caza, de pesca y de silvicultura con menos de 10 asalariados	10,00	1996-2005	Criterio propio basado en bibliografía	BAJO	0,003	1996-2005	Criterio propio basado en bibliografía. Valor intermedio del intervalo 0-5% VLA	BAJO	Sustancia activa sin notación "vía dérmica". VLA = 0,1 ppm = 1 mg/m3.
Tiram	1701	Gerencia de explotaciones agrarias, de caza, de pesca y de silvicultura sin asalariados	10,00	1996-2005	Criterio propio basado en bibliografía	BAJO	0,003	1996-2005	Criterio propio basado en bibliografía. Valor intermedio del intervalo 0-5% VLA	BAJO	Sustancia activa sin notación "vía dérmica". VLA = 0,1 ppm = 1 mg/m3.
Tiram	6022	Trabajadores cualificados por cuenta ajena en huertas, viveros y jardines	5,00	1996-2005	Valor en TEMPEST. FINJEM: P=74% para todos los fungicidas en jardinería.	MEDIO	0,003	1996-2005	Valor en TEMPEST. Valor intermedio del intervalo 0-5% VLA. FINJEM: I=0,05 ppm para todos los fungicidas en jardinería.	MEDIO	Sustancia activa sin notación "vía dérmica". VLA = 0,1 ppm = 1 mg/m3.

Desarrollo de una matriz empleo-exposición (MEE) para describir la exposición de los trabajadores a plaguicidas en España
(1996-2005)

Tiram	9800	Peones del transporte y descargadores	8,00	1996-2005	Valor en TEMPEST. FINJEM no considera esta ocupación.	MEDIO	0,003	1996-2005	Valor en TEMPEST. Valor intermedio del intervalo 0-5% VLA. FINJEM no considera esta ocupación.	MEDIO	Sustancia activa sin notación "vía dérmica". VLA = 0,1 ppm = 1 mg/m3.
Tiram	8142	Operadores en instalaciones para la fabricación de pasta de papel	50,00	1996-2005	Valor en TEMPEST. FINJEM no considera esta ocupación.	MEDIO	0,003	1996-2005	Valor en TEMPEST. Valor intermedio del intervalo 0-5% VLA. FINJEM no considera esta ocupación.	MEDIO	Sustancia activa sin notación "vía dérmica". VLA = 0,1 ppm = 1 mg/m3.
Tiram	8143	Operadores en instalaciones para la fabricación de papel	50,00	1996-2005	Valor en TEMPEST. FINJEM no considera esta ocupación.	MEDIO	0,003	1996-2005	Valor en TEMPEST. Valor intermedio del intervalo 0-5% VLA. FINJEM no considera esta ocupación.	MEDIO	Sustancia activa sin notación "vía dérmica". VLA = 0,1 ppm = 1 mg/m3.
Tiram	9700	Peones de industrias manufactureras	50,00	1996-2005	Valor en TEMPEST. FINJEM no considera esta ocupación.	MEDIO	0,003	1996-2005	Valor en TEMPEST. Valor intermedio del intervalo 0-5% VLA. FINJEM no considera esta ocupación.	MEDIO	Sustancia activa sin notación "vía dérmica". VLA = 0,1 ppm = 1 mg/m3.
Tiram	8152	Operadores en instalaciones de tratamiento químico térmico	8,00	1996-2005	Valor en TEMPEST. FINJEM: P=25% para todos los fungicidas en fabricación.	MEDIO	0,003	1996-2005	Valor en TEMPEST. Valor intermedio del intervalo 0-5% VLA. FINJEM: I=0,07 ppm para todos los fungicidas en fabricación. FREMAP ³ (I=0,011 ppm).	ALTO	Sustancia activa sin notación "vía dérmica". VLA = 0,1 ppm = 1 mg/m3.

Desarrollo de una matriz empleo-exposición (MEE) para describir la exposición de los trabajadores a plaguicidas en España
(1996-2005)

Tiram	8050	Jefes de equipo en instalaciones de tratamiento químico	8,00	1996-2005	Valor en TEMPEST. FINJEM: P=25% para todos los fungicidas en fabricación.	MEDIO	0,003	1996-2005	Valor en TEMPEST. Valor intermedio del intervalo 0-5% VLA. FINJEM: I=0,07 ppm para todos los fungicidas en fabricación. FREMAP (I=0,011 ppm).	ALTO	Sustancia activa sin notación "vía dérmica". VLA = 0,1 ppm = 1 mg/m3.
Tiram	8159	Otros operadores de instalaciones de tratamiento de productos químicos	8,00	1996-2005	Valor en TEMPEST. FINJEM: P=25% para todos los fungicidas en fabricación.	MEDIO	0,003	1996-2005	Valor en TEMPEST. Valor intermedio del intervalo 0-5% VLA. FINJEM: I=0,07 ppm para todos los fungicidas en fabricación. FREMAP (I=0,011 ppm).	ALTO	Sustancia activa sin notación "vía dérmica". VLA = 0,1 ppm = 1 mg/m3.
Tiram	9700	Peones de industrias manufactureras	8,00	1996-2005	Valor en TEMPEST. FINJEM: P=25% para todos los fungicidas en fabricación.	MEDIO	0,003	1996-2005	Valor en TEMPEST. Valor intermedio del intervalo 0-5% VLA. FINJEM: I=0,07 ppm para todos los fungicidas en fabricación. FREMAP (I=0,011 ppm).	ALTO	Sustancia activa sin notación "vía dérmica". VLA = 0,1 ppm = 1 mg/m3.
Captan	6011	Trabajadores cualificados por cuenta propia en actividades agrícolas, excepto en huertas, viveros y jardines	98,00	1996-2005	Valor más desfavorable en TEMPEST. FINJEM: P=25% para todos los fungicidas en agricultura.	MEDIO	0,06	1996-2005	Valor más desfavorable en TEMPEST. Valor intermedio del intervalo 6-25% VLA. FINJEM: I=0,01 ppm para todos los fungicidas en agricultura. Hines C. ⁴ (I=0,12 ppm como valor más desfavorable).	MEDIO	Sustancia activa sin notación "vía dérmica". VLA = 0,4 ppm = 5 mg/m3.

Desarrollo de una matriz empleo-exposición (MEE) para describir la exposición de los trabajadores a plaguicidas en España
(1996-2005)

Captan	6012	Trabajadores cualificados por cuenta propia en huertas, viveros y jardines	98,00	1996-2005	Valor más desfavorable en TEMPEST. FINJEM: P=25% para todos los fungicidas en agricultura.	MEDIO	0,06	1996-2005	Valor más desfavorable en TEMPEST. Valor intermedio del intervalo 6-25% VLA. FINJEM: I=0,01 ppm para todos los fungicidas en agricultura. Hines C. (I=0,12 ppm como valor más desfavorable).	MEDIO	Sustancia activa sin notación "vía dérmica". VLA = 0,4 ppm = 5 mg/m3.
Captan	6021	Trabajadores cualificados por cuenta ajena en actividades agrícolas, excepto en huertas, viveros y jardines	98,00	1996-2005	Valor más desfavorable en TEMPEST. FINJEM: P=25% para todos los fungicidas en agricultura.	MEDIO	0,06	1996-2005	Valor más desfavorable en TEMPEST. Valor intermedio del intervalo 6-25% VLA. FINJEM: I=0,01 ppm para todos los fungicidas en agricultura. Hines C. (I=0,12 ppm como valor más desfavorable).	MEDIO	Sustancia activa sin notación "vía dérmica". VLA = 0,4 ppm = 5 mg/m3.
Captan	9410	Peones agrícolas	98,00	1996-2005	Valor más desfavorable en TEMPEST. FINJEM: P=25% para todos los fungicidas en agricultura.	MEDIO	0,06	1996-2005	Valor más desfavorable en TEMPEST. Valor intermedio del intervalo 6-25% VLA. FINJEM: I=0,01 ppm para todos los fungicidas en agricultura. Hines C. (I=0,12 ppm como valor más desfavorable).	MEDIO	Sustancia activa sin notación "vía dérmica". VLA = 0,4 ppm = 5 mg/m3.
Captan	2711	Profesionales en ciencias biológicas y asimilados	10,00	1996-2005	Criterio propio basado en bibliografía	BAJO	0,01	1996-2005	Criterio propio basado en bibliografía. Valor intermedio del intervalo 0-5% VLA.	BAJO	Sustancia activa sin notación "vía dérmica". VLA = 0,4 ppm = 5 mg/m3.

Desarrollo de una matriz empleo-exposición (MEE) para describir la exposición de los trabajadores a plaguicidas en España
(1996-2005)

Captan	2712	Ingenieros técnicos en especialidades agrícolas y forestales	10,00	1996-2005	Criterio propio basado en bibliografía	BAJO	0,01	1996-2005	Criterio propio basado en bibliografía. Valor intermedio del intervalo 0-5% VLA.	BAJO	Sustancia activa sin notación "vía dérmica". VLA = 0,4 ppm = 5 mg/m3.
Captan	2113	Agrónomos y asimilados	10,00	1996-2005	Criterio propio basado en bibliografía	BAJO	0,01	1996-2005	Criterio propio basado en bibliografía. Valor intermedio del intervalo 0-5% VLA.	BAJO	Sustancia activa sin notación "vía dérmica". VLA = 0,4 ppm = 5 mg/m3.
Captan	3112	Técnicos agrónomos, zootécnicos y forestales	10,00	1996-2005	Criterio propio basado en bibliografía	BAJO	0,01	1996-2005	Criterio propio basado en bibliografía. Valor intermedio del intervalo 0-5% VLA.	BAJO	Sustancia activa sin notación "vía dérmica". VLA = 0,4 ppm = 5 mg/m3.
Captan	3113	Asesores agrícolas y forestales	10,00	1996-2005	Criterio propio basado en bibliografía	BAJO	0,01	1996-2005	Criterio propio basado en bibliografía. Valor intermedio del intervalo 0-5% VLA.	BAJO	Sustancia activa sin notación "vía dérmica". VLA = 0,4 ppm = 5 mg/m3.
Captan	8530	Operadores de maquinaria agrícola móvil	98,00	1996-2005	Valor más desfavorable en TEMPEST. FINJEM: P=25% para todos los fungicidas en agricultura.	MEDIO	0,06	1996-2005	Valor más desfavorable en TEMPEST. Valor intermedio del intervalo 6-25% VLA. FINJEM: I=0,01 ppm para todos los fungicidas en agricultura. Hines C. (I=0,12 ppm como valor más desfavorable).	MEDIO	Sustancia activa sin notación "vía dérmica". VLA = 0,4 ppm = 5 mg/m3.

Desarrollo de una matriz empleo-exposición (MEE) para describir la exposición de los trabajadores a plaguicidas en España
(1996-2005)

Captan	9430	Peones agropecuarios	98,00	1996-2005	Valor más desfavorable en TEMPEST. FINJEM: P=25% para todos los fungicidas en agricultura.	MEDIO	0,06	1996-2005	Valor más desfavorable en TEMPEST. Valor intermedio del intervalo 6-25% VLA. FINJEM: I=0,01 ppm para todos los fungicidas en agricultura. Hines C. (I=0,12 ppm como valor más desfavorable).	MEDIO	Sustancia activa sin notación "vía dérmica". VLA = 0,4 ppm = 5 mg/m3.
Captan	1401	Gerencia de explotaciones agrarias, de caza, de pesca y de silvicultura con menos de 10 asalariados	10,00	1996-2005	Criterio propio basado en bibliografía	BAJO	0,01	1996-2005	Criterio propio basado en bibliografía. Valor intermedio del intervalo 0-5% VLA.	BAJO	Sustancia activa sin notación "vía dérmica". VLA = 0,4 ppm = 5 mg/m3.
Captan	1701	Gerencia de explotaciones agrarias, de caza, de pesca y de silvicultura sin asalariados	10,00	1996-2005	Criterio propio basado en bibliografía	BAJO	0,01	1996-2005	Criterio propio basado en bibliografía. Valor intermedio del intervalo 0-5% VLA.	BAJO	Sustancia activa sin notación "vía dérmica". VLA = 0,4 ppm = 5 mg/m3.
Captan	6241	Taladores, trozadores y otros trabajadores forestales	99,00	1996-2005	Valor en TEMPEST. FINJEM: P=2-3% para todos los fungicidas en silvicultura.	MEDIO	0,01	1996-2005	Valor en TEMPEST. Valor intermedio del intervalo 0-5% VLA. FINJEM: I=0,002-0,04 ppm para todos los fungicidas en silvicultura.	MEDIO	Sustancia activa sin notación "vía dérmica". VLA = 0,4 ppm = 5 mg/m3.
Captan	6242	Carboneros de carbón vegetal y asimilados	99,00	1996-2005	Valor en TEMPEST. FINJEM: P=2-3% para todos los fungicidas en silvicultura.	MEDIO	0,01	1996-2005	Valor en TEMPEST. Valor intermedio del intervalo 0-5% VLA. FINJEM: I=0,002-0,04 ppm para todos los fungicidas en silvicultura.	MEDIO	Sustancia activa sin notación "vía dérmica". VLA = 0,4 ppm = 5 mg/m3.

Desarrollo de una matriz empleo-exposición (MEE) para describir la exposición de los trabajadores a plaguicidas en España
(1996-2005)

Captan	9440	Peones forestales	99,00	1996-2005	Valor en TEMPEST. FINJEM: P=2-3% para todos los fungicidas en silvicultura.	MEDIO	0,01	1996-2005	Valor en TEMPEST. Valor intermedio del intervalo 0-5% VLA. FINJEM: I=0,002-0,04 ppm para todos los fungicidas en silvicultura.	MEDIO	Sustancia activa sin notación "vía dérmica". VLA = 0,4 ppm = 5 mg/m3.
Captan	6220	Trabajadores cualificados por cuenta propia en actividades forestales y asimilados	99,00	1996-2005	Valor en TEMPEST. FINJEM: P=2-3% para todos los fungicidas en silvicultura.	MEDIO	0,01	1996-2005	Valor en TEMPEST. Valor intermedio del intervalo 0-5% VLA. FINJEM: I=0,002-0,04 ppm para todos los fungicidas en silvicultura.	MEDIO	Sustancia activa sin notación "vía dérmica". VLA = 0,4 ppm = 5 mg/m3.
Captan	6022	Trabajadores cualificados por cuenta ajena en huertas, viveros y jardines	95,00	1996-2005	Valor en TEMPEST. FINJEM: P=74% para todos los fungicidas en jardinería.	MEDIO	0,01	1996-2005	Valor en TEMPEST. Valor intermedio del intervalo 0-5% VLA. FINJEM: I=0,05 ppm para todos los fungicidas en jardinería.	MEDIO	Sustancia activa sin notación "vía dérmica". VLA = 0,4 ppm = 5 mg/m3.
Captan	9800	Peones del transporte y descargadores	92,00	1996-2005	Valor en TEMPEST. FINJEM no considera esta ocupación.	MEDIO	0,01	1996-2005	Valor en TEMPEST. Valor intermedio del intervalo 0-5% VLA. FINJEM no considera esta ocupación.	MEDIO	Sustancia activa sin notación "vía dérmica". VLA = 0,4 ppm = 5 mg/m3.
Captan	8142	Operadores en instalaciones para la fabricación de pasta de papel	50,00	1996-2005	Valor en TEMPEST. FINJEM no considera esta ocupación.	MEDIO	0,01	1996-2005	Valor en TEMPEST. Valor intermedio del intervalo 0-5% VLA. FINJEM no considera esta ocupación.	MEDIO	Sustancia activa sin notación "vía dérmica". VLA = 0,4 ppm = 5 mg/m3.

Desarrollo de una matriz empleo-exposición (MEE) para describir la exposición de los trabajadores a plaguicidas en España
(1996-2005)

Captan	8143	Operadores en instalaciones para la fabricación de papel	50,00	1996-2005	Valor en TEMPEST. FINJEM no considera esta ocupación.	MEDIO	0,01	1996-2005	Valor en TEMPEST. Valor intermedio del intervalo 0-5% VLA. FINJEM no considera esta ocupación.	MEDIO	Sustancia activa sin notación "vía dérmica". VLA = 0,4 ppm = 5 mg/m ³ .
Captan	9700	Peones de industrias manufactureras	50,00	1996-2005	Valor en TEMPEST. FINJEM no considera esta ocupación.	MEDIO	0,01	1996-2005	Valor en TEMPEST. Valor intermedio del intervalo 0-5% VLA. FINJEM no considera esta ocupación.	MEDIO	Sustancia activa sin notación "vía dérmica". VLA = 0,4 ppm = 5 mg/m ³ .
Captan	8152	Operadores en instalaciones de tratamiento químico térmico	92,00	1996-2005	Valor en TEMPEST. FINJEM: P=25% para todos los fungicidas en fabricación.	MEDIO	0,01	1996-2005	Valor en TEMPEST. Valor intermedio del intervalo 0-5% VLA. FINJEM: I=0,07 ppm para todos los fungicidas en fabricación. Delgado P. ⁵ (I=0,02 ppm)	ALTO	Sustancia activa sin notación "vía dérmica". VLA = 0,4 ppm = 5 mg/m ³ .
Captan	8050	Jefes de equipo en instalaciones de tratamiento químico	92,00	1996-2005	Valor en TEMPEST. FINJEM: P=25% para todos los fungicidas en fabricación.	MEDIO	0,01	1996-2005	Valor en TEMPEST. Valor intermedio del intervalo 0-5% VLA. FINJEM: I=0,07 ppm para todos los fungicidas en fabricación. Delgado P. (I=0,02 ppm)	ALTO	Sustancia activa sin notación "vía dérmica". VLA = 0,4 ppm = 5 mg/m ³ .
Captan	8159	Otros operadores de instalaciones de tratamiento de productos químicos	92,00	1996-2005	Valor en TEMPEST. FINJEM: P=25% para todos los fungicidas en fabricación.	MEDIO	0,01	1996-2005	Valor en TEMPEST. Valor intermedio del intervalo 0-5% VLA. FINJEM: I=0,07 ppm para todos los fungicidas en fabricación. Delgado P. (I=0,02 ppm)	ALTO	Sustancia activa sin notación "vía dérmica". VLA = 0,4 ppm = 5 mg/m ³ .

Desarrollo de una matriz empleo-exposición (MEE) para describir la exposición de los trabajadores a plaguicidas en España
(1996-2005)

Captan	9700	Peones de industrias manufactureras	92,00	1996-2005	Valor en TEMPEST. FINJEM: P=25% para todos los fungicidas en fabricación.	MEDIO	0,01	1996-2005	Valor en TEMPEST. Valor intermedio del intervalo 0-5% VLA. FINJEM: I=0,07 ppm para todos los fungicidas en fabricación. Delgado P. (I=0,02 ppm)	ALTO	Sustancia activa sin notación "vía dérmica". VLA = 0,4 ppm = 5 mg/m ³ .
Captan	8040	Encargados de taller de madera y jefes de equipo en la fabricación de papel	99,00	1996-2005	Valor en TEMPEST. FINJEM: P=33-45% para todos los fungicidas en tratamiento de madera.	MEDIO	0,01	1996-2005	Valor en TEMPEST. Valor intermedio del intervalo 0-5% VLA. FINJEM: I=0,002-0,04 ppm para todos los fungicidas en tratamiento de madera.	MEDIO	Sustancia activa sin notación "vía dérmica". VLA = 0,4 ppm = 5 mg/m ³ .
Captan	8141	Operadores de serrerías, de máquinas de contrachapado y de instalaciones conexas para el tratamiento de la madera	99,00	1996-2005	Valor en TEMPEST. FINJEM: P=33-45% para todos los fungicidas en tratamiento de madera.	MEDIO	0,01	1996-2005	Valor en TEMPEST. Valor intermedio del intervalo 0-5% VLA. FINJEM: I=0,002-0,04 ppm para todos los fungicidas en tratamiento de madera.	MEDIO	Sustancia activa sin notación "vía dérmica". VLA = 0,4 ppm = 5 mg/m ³ .
Captan	7911	Trabajadores del tratamiento de la madera	99,00	1996-2005	Valor en TEMPEST. FINJEM: P=33-45% para todos los fungicidas en tratamiento de madera.	MEDIO	0,01	1996-2005	Valor en TEMPEST. Valor intermedio del intervalo 0-5% VLA. FINJEM: I=0,002-0,04 ppm para todos los fungicidas en tratamiento de madera.	MEDIO	Sustancia activa sin notación "vía dérmica". VLA = 0,4 ppm = 5 mg/m ³ .

Desarrollo de una matriz empleo-exposición (MEE) para describir la exposición de los trabajadores a plaguicidas en España
(1996-2005)

Captan	8240	Encargado de operadores de máquinas para fabricar productos de madera	99,00	1996-2005	Valor en TEMPEST. FINJEM ¹ : P=33-45% para todos los fungicidas en tratamiento de madera.	MEDIO	0,01	1996-2005	Valor en TEMPEST. Valor intermedio del intervalo 0-5% VLA. FINJEM: I=0,002-0,04 ppm para todos los fungicidas en tratamiento de madera.	MEDIO	Sustancia activa sin notación "vía dérmica". VLA = 0,4 ppm = 5 mg/m ³ .
Captan	8340	Operadores de máquinas para fabricar productos de madera	99,00	1996-2005	Valor en TEMPEST. FINJEM: P=33-45% para todos los fungicidas en tratamiento de madera.	MEDIO	0,01	1996-2005	Valor en TEMPEST. Valor intermedio del intervalo 0-5% VLA. FINJEM: I=0,002-0,04 ppm para todos los fungicidas en tratamiento de madera.	MEDIO	Sustancia activa sin notación "vía dérmica". VLA = 0,4 ppm = 5 mg/m ³ .
Captan	9700	Peones de industrias manufactureras	99,00	1996-2005	Valor en TEMPEST. FINJEM: P=33-45% para todos los fungicidas en tratamiento de madera.	MEDIO	0,01	1996-2005	Valor en TEMPEST. Valor intermedio del intervalo 0-5% VLA. FINJEM: I=0,002-0,04 ppm para todos los fungicidas en tratamiento de madera.	MEDIO	Sustancia activa sin notación "vía dérmica". VLA = 0,4 ppm = 5 mg/m ³ .

¹TEMPEST: Task-Exposure Matrix for PESTicides (14)

²FINJEM: FINnish Job-Exposure Matrix (13)

³FREMAP: Sociedad de prevención (datos de mediciones higiénicas realizadas en industrias españolas de fabricación de plaguicidas entre 2008-2010)

⁴Hines C.: Determinants of Captan Air and Dermal Exposures among Orchard Pesticide Applicators in the Agricultural Health Study (33)

⁵Delgado P.: Evaluación de la exposición dérmica y respiratoria a endosulfán y captán en invernaderos (36)