



# **MÁSTER EN PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES**

**Tratamientos plaguicidas en jardinería utilizando  
mochilas manuales: Exposición a fitosanitarios.**

**TRABAJO FIN DE MÁSTER. CURSO: 2020- 2021.**

**ESPECIALIDAD: Higiene Industrial**

**Febrero**

**AUTOR: Yolanda Martínez Portero**

**TUTOR: Enrique Ochando Vidal**

## ÍNDICE

|                                                                  |    |
|------------------------------------------------------------------|----|
| 1. INTRODUCCIÓN .....                                            | 4  |
| 1.1 Objeto de estudio .....                                      | 5  |
| 1.2 Criterios de referencia .....                                | 5  |
| 1.3 Descriptores .....                                           | 7  |
| 2. MARCO NORMATIVO .....                                         | 9  |
| 2.1 Obligaciones reglamentarias .....                            | 9  |
| 2.2 Normativa específica de la exposición a fitosanitarios ..... | 10 |
| 2.3 Responsabilidad del empresario .....                         | 12 |
| 3. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN .....                                | 15 |
| 3.1 Descripción de la situación de trabajo .....                 | 15 |
| 3.2 Sistemas de aplicación y vías de penetración .....           | 16 |
| 3.3 Definición de productos fitosanitarios y clasificación ..... | 18 |
| 3.4 Efectos para la salud .....                                  | 21 |
| 3.5 Factores de riesgo .....                                     | 25 |
| 4. EVALUACIÓN DE LA EXPOSICIÓN A AGENTES QUÍMICOS .....          | 28 |
| 4.1 Cuestiones generales .....                                   | 29 |
| 4.2 Estrategia de toma de muestras .....                         | 37 |
| 4.3 Cálculo e interpretación de los resultados .....             | 48 |
| 4.4 Elección del método de medición .....                        | 53 |
| 4.5 Evaluación de riesgos según Guía RD 374/2001 .....           | 57 |
| 5. MEDIDAS PREVENTIVAS .....                                     | 63 |
| 6. CONCLUSIONES .....                                            | 80 |
| 7. BIBLIOGRAFIA .....                                            | 82 |

## RESUMEN/ABSTRACT

El presente Trabajo Fin de Máster plantea ahondar en la exposición a agentes químicos que se produce durante los tratamientos plaguicidas en trabajos de jardinería utilizando como método de aplicación las mochilas manuales, en concreto la exposición a productos fitosanitarios.

Para comenzar se muestra la normativa aplicable reglamentaria y específica del uso de productos fitosanitarios así como la responsabilidad que tiene el empresario para velar por la seguridad de sus trabajadores.

Seguidamente se analizará la situación en la que se encuentran los trabajadores que quedan expuestos a los fitosanitarios, así como los factores de riesgo que estos conllevan y los principales daños en la salud que implica el uso de químicos utilizados en el proceso de tratamientos de plaguicidas y su implicación directa en el desarrollo de enfermedades profesionales.

Con el planteamiento de este Trabajo Final de Máster se pretende determinar qué agentes químicos son los más comunes en los tratamiento plaguicidas, analizando cuáles son sus valores de exposición para compararlos con los valores límite y así definir una estrategia de muestreo para la aplicación de unas medidas preventivas lo más acertadas posibles para eliminar o minimizar los riesgos presentes por la exposición a agentes químicos causantes de enfermedades profesionales.

Esta investigación se ha realizado de forma teórica, se verán incluidas las fórmulas que deben seguirse en caso de realizar una evaluación de exposición a fitosanitarios mostrando los métodos más comunes para su evaluación, pero todo ellos excluyendo los cálculos.

Para terminar y con los datos concluidos se expondrán una serie de recomendaciones sobre las medidas preventivas oportunas aplicables a los riesgos previamente señalados a los que están expuestos los trabajadores con el desempeño de sus tareas.

## 1. INTRODUCCIÓN

En España, el art. de la Ley General de la Seguridad Social define la enfermedad profesional como “la contraída a consecuencia del trabajo ejecutado por cuenta ajena en las actividades que se especifiquen en el cuadro que se apruebe por las disposiciones de aplicación y desarrollo de esta Ley, y que esta proceda por la acción de elementos o sustancias que en dicho cuadro se indiquen para cada enfermedad profesional”.

Los agentes y sustancias que pueden provocar una enfermedad profesional están tipificados en el Real Decreto 1299/2006, de 10 de noviembre, por el que se aprueba el cuadro de enfermedades profesionales. Según un estudio de CCOO (Confederación Sindical de Comisiones Obreras) un 40% de las enfermedades laborales se deben a la exposición a productos químicos, perjudicando gravemente la salud. Más concretamente según el Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud, analizando la incidencia de enfermedades laborales según grupos principales de patologías, realizado en España en 1999 muestra que el 14.4% pertenece a dermatitis, seguido del 8.3% de tumores malignos y el 5.9% de enfermedades respiratorias crónicas.

En los trabajos con tratamientos de plaguicidas el uso de productos químicos es continuo por lo que la exposición que sufre el trabajadores ante estos es reiterado en todas las partes del proceso, desde las actuaciones iniciales pasando por la preparación del caldo y su posterior aplicación así como las tareas de después del tratamiento. Entre los agentes químicos tóxicos, cancerígenos o mutágenos presentes que causan daño en la salud de los trabajadores los principales y sobre los que vamos a indagar son los productos fitosanitarios más utilizados.

Son múltiples y diversos los riesgos a los que están expuestos los trabajadores en su actividad laboral, el riesgo de exposición a productos químicos peligrosos como los fitosanitarios debe abordarse por las empresas bajo los principios de la acción preventiva. Se debe de dar la importancia necesaria a la información y formación sobre los peligros que puede ocasionar la manipulación de estas sustancias y la forma correcta para protegerse de ellas. Las principales fuentes de información sobre los compuestos químicos son las etiquetas y las fichas de datos de seguridad de los productos, con esta información podemos analizar la concentración de sustancias químicas, el tiempo de exposición a la que está sometida y valorar el nivel de peligro, para así tomar las medidas pertinentes y prevenir posibles enfermedades laborales derivadas de estos.

## **1.1 Objeto de estudio**

Los tratamientos para plaguicidas en jardinería, utilizando para su aplicación mochilas manuales exponen a sus trabajadores a riesgos diversos, algunos de ellos potencialmente peligrosos que pueden originar accidentes laborales graves o enfermedades profesionales. Este TFM se va a centrar en el riesgo al que está sometido el trabajador por la exposición a productos fitosanitarios en el desempeño de sus tareas. El contacto con los productos químicos debe ser estudiado a fondo porque si este no es controlado puede dar lugar a la aparición de enfermedades profesionales, por lo cual el objetivo principal de la Higiene Industrial es evitar o intentar evitar la aparición de la enfermedad profesional.

El motivo principal de este presente trabajo es definir la metodología de evaluación mediante la medición de la exposición de los trabajadores a contaminantes químicos, de acuerdo con la normativa de referencia (Real Decreto 374/2001 sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo y Real Decreto 665/1997 sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos y mutágenos durante el trabajo y modificaciones así como sus guías de aplicación del INSST.)

En concreto, este trabajo será de aplicación en aquellas evaluaciones donde se requiera obtener los valores de concentración ambiental de agentes químicos para su comparación con los valores límite de referencia.

Para realizar la evaluación de los riesgos se deben de tomar las decisiones acorde a lo que han reflejado las mediciones y tomar las decisiones a partir de ese punto, para ellos podemos realizar la evaluación de las mediciones conforme a la guía del Real Decreto 374/2001.

## **1.2 Criterios de referencia**

En la actualidad cualquier empresa que realice una actividad económica está obligada al cumplimiento de Ley 31/1995, de 8 de noviembre de Prevención de Riesgos Laborales, por lo que el principal objetivo es cumplir la legalidad vigente.

Junto con la ley de PRL nos encontramos con una serie de Reales Decretos que se deben de cumplir en materia de prevención, también tendremos las recomendaciones de las guías técnicas y la existencias de algunas Normas UNE-EN.

De forma más detallada los principales Reales Decretos a los que se ha accedido para la consecución del trabajo han sido los siguientes:

- Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el reglamento de los Servicios de Prevención.
- Real Decreto 374/2001, de 6 de abril, sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo.
- Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo.
- Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.

A continuación se muestra una relación de las guías técnicas de referencia en las que se muestran los criterios y recomendaciones en seguridad y prevención:

- Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo (INSST).
- Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos o mutágenos durante el trabajo (INSST).
- Guía técnica para la utilización por los trabajadores en el trabajo de los equipos de protección individual (INSST).
- Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la utilización de los equipos de trabajo (INSST).

- Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la utilización de los lugares de trabajo (INSST).

En último lugar se detallan algunas de las Normas UNE-EN que también han sido utilizadas por sus indicaciones necesarias en la materia que se estudia:

- Norma UNE-EN 481: Atmósferas en el lugar de trabajo. Definición de las fracciones por el tamaño de las partículas para la medición de aerosoles.
- Norma UNE-EN 482: Atmósferas en el lugar de trabajo. Requisitos relativos al funcionamiento de los procedimientos para la medición de agentes químicos.
- Norma UNE-EN 689/2019: Atmósferas en el lugar de trabajo. Directrices para la evaluación de la exposición por inhalación de agentes químicos para la comparación con los valores límite y estrategia de medición.

### 1.3 Descriptores

- **Agente químico:** Es todo elemento o compuesto químico, por si solo o mezclado tal como se presenta en estado natural o es un producido, utilizado o vertido, incluido el vertido como residuo, en una actividad laboral, se haya elaborado o no de modo intencional y se haya comercializado o no.
- **Plaguicidas:** Son sustancias químicas utilizadas para controlar, prevenir o destruir las plagas que afectan a las plantaciones agrícolas.
- **Producto fitosanitario:** Son aquellos que se utilizan para combatir a los agentes que pueden enfermar a las plantas. Los insecticidas, los bactericidas, los fungicidas y los plaguicidas en general forman parte de este conjunto.
- **Enfermedad profesional:** Es aquella contraída a consecuencia del trabajo ejecutado por cuenta ajena o por cuenta propia en las actividades que se especifiquen en el cuadro de Enfermedades Profesionales.
- **Productos tóxicos:** Son sustancias tóxicas producidas con productos químicos cuya fabricación, procesado, distribución, uso y eliminación representan un riesgo inasumible para la salud humana y el medio ambiente.
- **Cancerígeno:** Es una sustancia o mezcla de sustancias que induce cáncer o aumenta su incidencia.

- **Mutágeno:** Es una sustancia o mezcla que aumenta la frecuencia de mutación en las poblaciones celulares, en organismos, o en ambos.
- **Guía técnica de prevención:** El INSST es el encargado de elaborar las Guías Técnicas, no vinculantes, para facilitar la aplicación de los Reales Decretos de desarrollo de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- **Instituto Nacional de Seguridad y Salud de Trabajo (INSST):** El Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST) es un organismo autónomo del Gobierno de España que actúa como un órgano científico técnico especializado de la Administración General del Estado que tiene como objetivo el análisis y estudio de las condiciones de seguridad y salud en el trabajo, así como la promoción y apoyo a la mejora de las mismas, para conseguir una disminución de los riesgos laborales, accidentes de trabajo y enfermedades profesionales.
- **Norma Una Norma Española (UNE):** Son un conjunto de normas, normas experimentales e informes (estándares) creados en los Comités Técnicos de Normalización (CTN) de la Asociación Española de Normalización.
- **Nota Técnica de Prevención (NTP):** Son documentos elaborados por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSST) que tratan un tema preventivo concreto con una orientación eminentemente práctica, al estilo de un manual.
- **Equipos de Protección Individual (EPI):** Son dispositivos, materiales o medios de seguridad que el empleado debe utilizar en el ejercicio de sus funciones con el objetivo de que lo proteja de posibles riesgos que puedan poner en peligro su seguridad, su salud o su integridad física.
- **Riesgo laboral:** Peligros existentes en una profesión y tarea profesional concreta, así como en el entorno o lugar de trabajo, susceptibles de originar accidentes o cualquier tipo de siniestros que puedan provocar algún daño o problema de salud tanto físico como psicológico.
- **Peligro:** Fuente, situación o acto con potencial para causar daño en términos de daño humano o deterioro de la salud, o una combinación de estos.
- **Prevención de Riesgos Laborales (PRL):** Conjunto de actividades o medidas adoptadas o previstas en todas las fases de actividad de la empresa con el fin de evitar o disminuir los riesgos derivados del trabajo.

## 2. MARCO NORMATIVO

### 2.1 Obligaciones reglamentarias

Principios generales para la prevención de los riesgos por agentes químicos:

- Art.15 **Ley 31/1995**. Principios de acción preventiva.
- Art. 4. **Real Decreto 374/2001**
  - Establecimiento de procedimientos adecuados para la realización de actividades donde se vean implicados agentes químicos peligrosos.
  - Adopción de medidas higiénicas adecuadas, tanto personales como de orden y limpieza.
  - La reducción de las cantidades de agentes químicos peligrosos presentes en el lugar de trabajo al mínimo necesario para el tipo de trabajo de que se trate.
  - La reducción al mínimo del número de trabajadores expuestos o que puedan estarlo.
  - La reducción al mínimo de la duración e intensidad de las exposiciones.
- Art. 5.2. **Real Decreto 374/2001**, Obligaciones del empresario:
  - Debe asegurar la eliminación o reducción al mínimo del riesgo que entrañe un agente químico peligroso para la seguridad y salud de los trabajadores durante el trabajo.
  - El empresario deberá preferentemente, evitar el uso de dicho agente sustituyéndolo por otro o por un proceso químico que, con arreglo a sus condiciones de uso, no sea peligroso o lo sea en menor grado.
- Anexo I del **Real Decreto 1215/1997** en su apéndice 1 “Disposiciones mínimas generales aplicables a los equipos de trabajo”: Cualquier equipo de trabajo que entrañe riesgo por emanación de gases, vapores o líquidos o por emisión de polvo deberá estar provisto de dispositivos adecuados de captación o extracción cerca de la fuente emisora correspondiente.

- **Real Decreto 665/1997.** Sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos y/o mutagénicos durante el trabajo.
- **Real Decreto 486/1997.** Por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- **Norma UNE-EN 689:** Atmósferas en el lugar de trabajo. Directrices para la evaluación de la exposición por inhalación de agentes químicos para la comparación con los valores límite y estrategia de la medición.

## **2.2 Normativa específica de la exposición a fitosanitarios**

Debido a su peligro como productos químicos, los fitosanitarios cuentan con una legislación específica relativa a su comercialización y uso, todo esto con el objetivo de que el riesgo que suponen para la salud humana, animal y medioambiental se elimine o reduzca.

Relacionado con la seguridad y salud de los trabajadores que emplean fitosanitarios existe una regulación específica que se compone de la siguiente legislación.

El **Real Decreto 3349/1983**, recoge las condiciones que deben cumplir los locales de almacenamiento y las instalaciones destinadas a efectuar tratamientos con plaguicidas, así como los aplicadores y el personal de las empresas dedicadas a ello. Con esto se pretende someter a una reglamentación Técnico-Sanitaria la fabricación, comercialización y utilización de plaguicidas.

Para la gestión de envases debido a su contaminación se aplicó un sistema para el que los productos puedan ser puestos en el mercado que consta de un depósito, devolución y retorno o alternatively, a través de un sistema de gestión de residuos de envases y envases usados, a través del **Real Decreto 1416/2001**, de 14 de diciembre, sobre envases de productos fitosanitarios.

La **ley 43/2002 de sanidad vegetal**, establece la base jurídica en materia de comercialización y utilización de productos fitosanitarios, en el art. 41 habla de lo referente a la utilización de productos fitosanitarios y de quienes presten servicios de aplicación de productos fitosanitarios.

Existe un sistema voluntario que incluye normas generales de producción integrada, un grupo de ellas sobre control integrado de plagas, en el que es obligatorio anteponer a los métodos químicos, los métodos biológicos, biotecnológicos, culturales, físicos y genéticos, todo esto está regulado en el **Real Decreto 1201/2002**, de 20 de noviembre, por el que se regula la producción integrada de productos agrícolas.

En lo relativo a la comercialización y utilización de productos fitosanitarios, incorporando los principios de la estrategia para el uso sostenible de plaguicidas, se publicó una nueva legislación comunitaria a finales de 2009, que incluye el **Reglamento (CE) nº 1107/2009** y la **Directiva 2009/128/CE**, que establece que los Estados miembros deben adoptar planes de acción nacionales para fijar sus objetivos cuantitativos, metas, medidas, calendarios e indicadores, a fin de reducir los riesgos y los efectos de la utilización de plaguicidas en salud humana y el medio ambiente. También se incluye para este propósito el Reglamento (CE) nº 1185/2009, relativo a las estadísticas de plaguicidas, esto tiene como finalidad cumplir los objetivos de la Directiva sobre uso sostenible de los plaguicidas.

Desde Europa se implantó una legislación sobre comercialización y uso de productos fitosanitarios para garantizar un alto nivel de protección de la salud humana y entre sus ámbitos de interés se incluye la protección de los trabajadores. Sobre la anteriormente mencionada Directiva 2009/128/CE se redactaron dos Reales Decretos, el primero de ellos **RD 1702/2011**, de inspecciones periódicas de los equipos de aplicación de productos fitosanitarios, y el segundo **RD 1311/2012**, por el que se establece el marco de actuación para conseguir un uso sostenible de los productos fitosanitarios, y cumpliendo con el mismo se aprobó en diciembre de 2012 el primer Plan de Acción Nacional para conseguir un uso sostenible de productos fitosanitarios, de acuerdo con el mandato comunitario.

A través del **Real Decreto 494/2012** se traspuso **La Directiva 2009/127/CE**, por la que se modifica La Directiva 2006/42/CE en lo que respecta a las máquinas para la aplicación de plaguicidas, pretende garantizar al mismo tiempo que dichos requisitos sean coherentes con los de la **Directiva 2009/128/CE**, por lo que respecta al mantenimiento y a la inspección de estos equipos y relacionados con los requisitos esenciales de protección de la salud y la seguridad de las personas.

Se deben de tener en cuenta los documentos normativos UNE, en primer lugar, **UNE-EN ISO 27065:2017** (Ratificada): Ropa de protección. Requisitos de rendimiento para

la ropa de protección de los operadores que aplican líquidos pesticidas y para los trabajadores expuestos a estos pesticidas aplicados (Ratificada por la Asociación Española de Normalización en febrero de 2018.). También nos encontramos con **la UNE 68095-1:1997**: Equipos para tratamientos fitosanitarios. Pulverizadores portátiles. Parte1: Pulverizadores de mochila accionados por palanca.

Existen unos documentos elaborados por el INSST que tratan un tema preventivo en concreto con una orientación práctica, estos se llaman Notas Técnicas de Prevención (NTP), en el caso del tema que tratamos existen varias, entre las que podemos prestar especial atención esta:

- NTP 883: Productos fitosanitarios: medidas preventivas en los equipos de aplicación.
- NTP 1005: Inspección de los equipos de aplicación de productos fitosanitarios.
- NTP 1047: Pulverizador de productos fitosanitarios: seguridad.
- NTP 895, 896 y 897: Exposición dérmica a sustancias químicas
- NTP 935, 936 y 937: Agentes químicos: evolución cualitativa y simplificada del riesgo por inhalación.
- NTP 660 y 661: Control biológico de trabajadores expuestos a plaguicidas.
- NTP 750: Evaluación del riesgo por exposición inhalatoria de agentes químicos.

En último lugar, a través de BASEQUIM, el cual es un subportal gestionado por el INSST dentro del portal de situaciones de trabajo peligrosas, dedicado a situaciones de trabajo con exposición potencial a agentes químicos peligrosos. En específico el **014A. Tratamientos plaguicidas en jardinería utilizando mochilas manuales: exposición a fitosanitarios (Actualizada en 2019)**, en este documento se muestra detalladamente los agentes químicos que están presentes en la realización del trabajo, así como las medidas preventivas a adoptar.

### **2.3 Responsabilidad del empresario**

Una vez que el empresario o los responsables están informados sobre la cantidad, tipo y composición de las emisiones de productos químicos que se genera en el desarrollo de su trabajo, estos deben:

- Garantizar que el riesgo por exposición a productos fitosanitarios está incluido adecuadamente en la evaluación de riesgos.

- Controlar y vigilar el cumplimiento de las obligaciones legales de la empresa en relación con la exposición a fitosanitarios del Real Decreto 1311/2012.
- El empresario proporcionará a los trabajadores los equipos de protección individual que presenten las características que se especifiquen en la evaluación de riesgos. Hay que tener presente que, desde el punto de vista de la exposición laboral, el EPI asignado para una actividad laboral por el empresario debe dar respuesta a todos aquellos riesgos identificados y no solo a la exposición a productos fitosanitarios y que con medidas de protección colectiva no se hayan podido eliminar o reducir. Así viene detallado en el documento de Criterio de evaluación de la estimación de la exposición a productos fitosanitarios de los operarios, trabajadores, residentes y transeúntes, publicado por el ministerio de sanidad, servicios sociales e igualdad.

Se debe de seguir un plan de Formación e información donde se garantice las mínimas responsabilidades del empresario o responsable de los trabajadores, de forma específica en materia de seguridad y salud laboral.

El empresario deberá garantizar:

- Que cada trabajador reciba una formación teórica y práctica, suficiente y adecuada, en materia preventiva, tanto en el momento de la contratación como cuando se produzcan cambios.
- Que los trabajadores y los representantes de los trabajadores reciban una formación e información adecuada sobre los riesgos derivados de la presencia de agentes químicos así como de las medidas de prevención y protección que hayan de adoptarse.

El empresario deberá facilitar a los trabajadores:

- Los resultados de la evaluación de riesgos.
- Información de los agentes químicos presentes en el lugar de trabajo.

- Formación e información sobre las precauciones y medidas que se deben adoptar para protegerse a sí mismos o a los demás trabajadores.
- Información de las medidas a adoptar en situaciones de emergencia y solicitud de ayuda exterior.
- La información contenida en la ficha de datos de seguridad de los productos fitosanitarios y los folletos informativos de los equipos de protección individual de forma comprensible.
- Los resultados de la vigilancia de la salud que deben ser comunicados a los trabajadores afectados.

El Ministerio de Sanidad establece los protocolos de vigilancia sanitaria específica de los trabajadores que sirven de base para establecer el programa de vigilancia de la salud en la empresa. El empresario debe garantizar que se realiza una vigilancia adecuada y específica de la salud de los trabajadores en relación con los riesgos.

Los resultados de esta vigilancia se deben recoger y mantener actualizados en el historial médico individual de cada trabajador.

- El empresario está obligado a garantizar la vigilancia periódica de la salud de los trabajadores y facilitar la información de estos riesgos, también debe de establecer un programa de vigilancia (Protocolo de Vigilancia Sanitaria Específica. Plaguicidas) que se ajuste a los riesgos derivados de los agentes químicos presentes en el lugar de trabajo.

Existen guías de actuación del Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e igualdad para la vigilancia específica como el “Protocolo de Vigilancia Sanitaria Específica. Dermatitis Laborales” cuya aplicación puede ser indicada cuando se utilizan productos fitosanitarios, o el documento “Guía de Mejores Técnicas Disponibles en España del Sector de Química Fina Orgánica” elaborado por el ministerio de medio ambiente en el año 2006.

### 3. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN

Siguiendo los principios de la acción preventiva, las empresas deberán examinar como primer paso: el lugar de trabajo, la situación, la duración de la exposición y las actividades que realiza el trabajador, para determinar si existen agentes químicos peligrosos.

Se debería de empezar por una caracterización básica de las características relacionadas con el lugar de trabajo y el perfil de la exposición, identificando la actividad de trabajo, el procedimiento que realiza el trabajador, así como otra información relevante. Después se definirá a qué nos enfrentamos y sus tipos, y eso llevará a conocer sus efectos para la salud, y los factores de riesgo a los que nos exponemos.

#### 3.1 Descripción de la situación de trabajo

La situación que se trata en este TFM es la actividad del tratamiento de plaguicidas en jardinería, utilizando como método de aplicación mochilas manuales. Este proceso de trabajo tiene como resultado una exposición a fitosanitarios por parte de los operarios.

En lo relativo a los productos fitosanitarios que se utilizan se considera que son aquellos de naturaleza química y deben de estar presentes en el “Registro de productos fitosanitarios del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación”, el cual está en continuo cambio, su clasificación depende del tipo de producto ya sea herbicida, insecticida, fungicida o acaricida, al igual que también deben de estar autorizados para aplicar mediante técnicas de pulverización en el ámbito de los parques y jardines.

Este proceso consta de tres partes principales, en primer lugar la preparación del caldo plaguicida, después la aplicación de este caldo en la zona deseada y en último lugar el acabado del proceso.

- El proceso de **preparación del caldo** se realiza incorporando los productos fitosanitarios, que pueden encontrarse en estado líquido concentrado o polvo. Se debe de añadir agua al producto y mezclarlo hasta conseguir bien mediante dilución o dispersión, un caldo homogéneo listo para ser utilizado en la aplicación sobre el jardín o plantar que son objeto del tratamiento.

- La parte más importante del proceso es la **aplicación del caldo** esta se realiza mediante pulverizador hidráulico de mochila. Más detalladamente estos equipos utilizados constan de un tanque con capacidad de unos 15 litros aproximadamente, una bomba de pistón o de diafragma, una manguera, una palanca manual de bombero y una lanza de boquilla.
- En último lugar **el acabado** incluye varias operaciones como son: la limpieza de los equipos de trabajo, la recogida, y el almacenamiento de materiales, el acondicionamiento de la zona tratada y la eliminación de residuos.

En la realización de estas tareas, los trabajadores pueden resultar expuestos a los agentes químicos peligrosos que están presentes en el producto fitosanitario. La exposición se va a producir principalmente a través de las siguientes vías:

- **Contacto de la piel** con los productos fitosanitarios, bien sea de forma directa o indirecta con elementos contaminados o por deposición sobre la piel de los aerosoles formados durante la preparación y aplicación del caldo.
- **Contacto con los ojos.**
- **Inhalación de aerosoles.**
- También puede producirse por exposición por el contacto originado por **salpicaduras o derrames**, y por la inhalación de componentes volátiles.

### 3.2 Sistemas de aplicación y vías de penetración

Conocer el método de aplicación del producto fitosanitario es esencial para valorar la vía de penetración de los agentes químicos en el organismo. No está sometido al mismo nivel de exposición un trabajador o trabajadora que utilice un tractor con pulverización hidráulica que uno que lo haga mediante mochila manual.

Los métodos de aplicación más comunes utilizados para la aplicación de fitosanitarios, se dividen entre los de aplicación manual o con equipos mecánicos (tractores con pulverización hidráulica, hidroneumáticas, neumática o centrifuga), también existen las instalaciones automatizadas de riego por goteo, a continuación se detallaran:

1. **Pulverización hidráulica:** El líquido es impulsado a presión por una bomba hasta la boquilla donde el chorro se rompe en gotas finas debido al estrechamiento de la sección de salida y a la diferencia de presiones entre el interior y exterior de la boquilla.
2. **Pulverización hidroneumática:** Las gotas son generadas de igual forma que en el caso anterior pero son transportadas a mayores distancias por la corriente de aire generada por el ventilador.
3. **Pulverización centrífuga:** La generación de gotas se produce mediante un disco giratorio en el que entra el líquido por su centro y sale pulverizado por la periferia debido a la fuerza centrífuga. Las gotas alcanzan el objetivo gracias a la energía cinética que poseen al abandonar el disco. El tamaño de la gota es inversamente proporcional a la velocidad de giro del disco.
4. **Pulverización termoneumática (termonebulización):** El líquido cae a través de una boquilla en el conducto de escape de un motor a reacción donde se transforma en gotas por acción de la velocidad de los gases de escape y se vaporiza por la energía calorífica aportada.
5. **Espolvoreo:** El sólido previamente dosificado es transportado hacia los difusores mediante una corriente de aire generada por un ventilador.

En este trabajo se va a tratar el método de aplicación manual, es decir con mochilas manuales, también podría realizarse con lanzas hidráulicas o centrífugas.

Toda esta aplicación de productos químicos conlleva que sea indispensable conocer las vías de penetración en el organismo de estos, las principales son las siguientes por orden de importancia:

- **Vía dérmica o percutánea,** como consecuencia de:
  - Derrames, salpicaduras, o contacto directo con el producto o con las superficies que lo contienen durante la realización de operaciones manuales, tales como la preparación del caldo plaguicida, trasvases o limpieza de útiles al terminar el proceso.

- A través del propio proceso de pulverización de la mochila cuando se está rociando la superficie deseada.
- **Vía inhalatoria** o la inhalación debido a la presencia de:
  - Vapores de los productos químicos durante la realización de las mezclas, el proceso de pulverización sobre el suelo o plantas y las operaciones de limpieza de la mochila, manguera o boquilla.
- **Vía oral** o digestiva, relacionada con:
  - Malas prácticas como beber, comer o fumar durante la jornada, provocando que las sustancias químicas sean ingeridas a través del contacto de más manos-boca.
  - La ingesta directa del producto plaguicida por error o contacto directo.
- **Vía parenteral**, como consecuencia de:
  - Se puede producir por un corte y se tenga contacto directo con el cuerpo del trabajador y por tanto el contacto con el químico sea directo a través del organismo.

### 3.3 Definición de productos fitosanitarios y clasificación

En la situación de trabajo que estamos tratando son diversos los riesgos que tiene asociados, pero nos centraremos en los derivados de la exposición a productos fitosanitarios. Son múltiples los agentes químicos presentes en esos productos, se tratarán los más comunes en el tratamiento de plaguicidas en trabajos de jardinería.

Debemos comenzar por definir lo que propiamente es un “**fitosanitario**”, según el art. 2 del Reglamento (CE) nº 1107/2009 del Parlamento Europeo y del consejo, de 21 de octubre de 2009, se define producto fitosanitario como los productos, en la forma en que se suministren al usuario, que contengan o estén compuestos de sustancias activas, protectores o sinergistas, y que estén destinados a uno de los siguientes usos:

1. Proteger los vegetales o los productos vegetales de todos los organismos nocivos o evitar la acción de estos, excepto cuando dichos productos se utilicen principalmente por motivos de higiene.
2. Influir en los procesos vitales de los vegetales como, las sustancias que influyen en su crecimiento.
3. Mejorar la conservación de los productos vegetales, siempre y cuando las sustancias o productos de que se trata no estén sujetos a disposiciones comunitarias especiales sobre conservantes.
4. Destruir vegetales o partes de vegetales no deseamos, excepto las algas, a menos que los productos sean aplicados en el suelo o el agua para proteger los vegetales.
5. Controlar o evitar el crecimiento no deseado de vegetales, excepto las algas, a menos que los productos sean aplicados en el suelo o el agua para proteger los vegetales.

Por otra parte el Reglamento (UE) 528/2012 del Parlamento Europeo y del consejo, relativo a la comercialización y el uso de los biocidas, los define como:

- Toda sustancia, o mezcla, en forma en que se suministra al usuario, que esté compuesto por, o genere, una o más sustancias activas, con la finalidad de destruir contrarrestar o neutralizar cualquier organismo nocivo, o de impedir su acción o ejercer sobre él un efecto de control de otro tipo, por cualquier medio que no sea una mera acción física o mecánica.

- Toda sustancia o mezcla generada a partir de sustancia o mezclas distinta de las contempladas en el primer guion, destinada a ser utilizada con la intención de destruir, contrarrestar o neutralizar cualquier organismo nocivo, o de impedir su acción o ejercer sobre él un efecto de control u otro tipo, por cualquier medio que no sea una mera acción física o mecánica.

Los productos fitosanitarios comercializados están compuestos por una o varias sustancias denominadas ingredientes o sustancias activas, que son las que ejercen propiamente la función plaguicida, mezclados con otras sustancias, alguna de ellas se

van a definir a continuación, y estas permiten su dosificación, aplicación o identificación, el conjunto es lo que se denomina formulación comercial.

- **Formulación o preparado:** Todo plaguicida compuesto de una o varias sustancias o ingredientes activo-técnicos, en proporción fija.
- **Ingrediente activo-técnico:** todo producto orgánico o inorgánico, natural, sintético o biológico, con determinada actividad plaguicida, con un grado de pureza establecido.
- **Coadyuvantes:** Las sustancias tales como tensioactivos, fluidificantes, estabilizantes, que sean útiles en la elaboración de plaguicidas por su capacidad de modificar las propiedades físicas y químicas de los ingredientes activos.
- **Aditivos:** Aquellas sustancias como colorantes, repulsivos, eméticos y demás que sí tienen influencia en la eficacia de los plaguicidas, tienen como finalidad cumplir prescripciones reglamentarias.
- **Ingredientes inertes:** Son sustancias o materiales que, unidos a los ingredientes activos para la preparación de formulaciones, permiten modificar sus características de dosificación o aplicación.
- **Protectores:** sustancias o preparados que se añaden al producto fitosanitario para eliminar o reducirlos efectos fitotóxicos del producto en determinadas plantas.
- **Sinergistas:** sustancias o preparados que puedan aumentar la actividad de las sustancias activas de un producto fitosanitario.

En cuanto a la clasificación de los productos fitosanitarios puede hacerse de muchas formas, pero las más importantes son según su acción específica, sus propiedades toxicológicas, y el grupo químico al que pertenecen.

- En primer lugar **según su acción específica** puede efectuarse múltiples clasificaciones puesto que algunas sustancias tienen varias actividades plaguicidas, por ejemplo:
  - Acaricidas: elimina ácaros

- Herbicida: elimina malas hierbas
  - Defoliante: desprende hojas
  - Regulador del crecimiento: estimula o retarda el crecimiento de plantas o insectos
- **Según las propiedades toxicológicas**, El Reglamento CE 1272/2008(CLP) recoge en el Anexo I los siguientes peligros para la salud, que viene especificados en la etiqueta y ficha de datos de seguridad del producto:
    - Toxicidad aguda, Corrosión o irritación cutáneas
    - Lesiones oculares graves o irritación ocular
    - Sensibilización respiratoria o cutánea
    - Carcinogenicidad
    - Toxicidad para la reproducción
    - Peligro por aspiración
  - En último lugar **según los grupos químicos**, esta clasificación es fundamental, puesto que los aspectos relacionados con la toxicología e higiene laboral suelen ser similares para los plaguicidas perteneciente al mismo grupo, que son los siguientes:
    - Organoclorados
    - Organofosforados
    - Carbamatos
    - Piretroides
    - Bipiridilos
    - Clorofenoxiácidos
    - Cloro/Nitrofenoles
    - Organomercuriales
    - Tiocarbamatos
    - Triazinas

### 3.4 Efectos para la salud

La relación de este trabajo puede comportar diversos riesgos, pero solo se van a tratar los derivados de exposición fitosanitarios. La formulación de estos productos es

compleja, por lo que para conocer los daños para la salud específica es necesario consultar sus fichas de datos de seguridad.

Los efectos para la salud son muy variados en cuanto a su sintomatología e intensidad, pero se podrían resumir en los siguientes:

- Reacciones alérgicas.
- Efectos sobre el sistema nervioso central y periférico.
- Reacciones inflamatorias sobre la piel y los ojos. Algunos plaguicidas producen lesiones en las zonas de la piel y mucosa por donde penetran en el organismo, sus efectos pueden ser: irritaciones, quemaduras, conjuntivitis, rinitis, laringitis, bronquitis, esofagitis o gastritis.
- Toxicidad sistémica específica en órganos como hígado y riñones.

En el Anexo 2 del documento BASEQUIM 014A se detallan los específicos de las sustancias activas de las formulaciones que se utilizan en la tarea de tratamientos plaguicidas, se detalla en la siguiente tabla:

| AGENTES QUÍMICOS   | EFFECTOS PARA LA SALUD                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|--------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Aceite de parafina | Puede ocasionar irritación de la piel, escozor e, incluso dermatitis. Una exposición repetida puede causar irritación de los ojos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Azufre             | Se absorbe por inhalación e ingestión.<br>Provoca irritación cutánea. También puede ocasionar irritación de los ojos y las vías respiratorias. Los síntomas debidos a una exposición por vía inhalatoria son: sensación de quemazón, tos y dolor de garganta.<br>La exposición dérmica produce enrojecimiento de la piel. En los ojos los síntomas son: enrojecimiento, dolor y visión borrosa. En caso de ingestión, se produce sensación de quemazón y diarrea. El contacto prolongado o repetido puede producir dermatitis, sinusitis y bronquitis crónica |

|                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Beta-ciflutrin</b>             | <p>En caso de ingestión e inhalación, puede provocar la muerte.</p> <p>Los síntomas sistémicos son muy variados, entre ellos se encuentran: descoordinación de movimientos, salivación, hipersecreción bronquial, edema pulmonar, taquicardia, palpitación, náuseas, vómitos, espasmos, convulsiones, dolor abdominal, mareos, visión borrosa, apatía, anorexia, somnolencia o coma.</p> <p>Los síntomas locales son una ligera irritación de la piel, mucosas y ojos.</p>                                                                                                                              |
| <b>Cipermetrin</b>                | <p>Se puede absorber por inhalación, a través de la piel y por ingestión.</p> <p>Es nocivo en caso de ingestión e inhalación pudiendo afectar al sistema nervioso y provocar somnolencia, vértigo, tos y dolor de cabeza así como picores, punzadas y sensación de quemazón facial. Se sospecha que es alterador endocrino.</p> <p>Puede provocar irritación en las vías respiratorias, también de la piel y los ojos con efectos como el enrojecimiento, sensación de quemazón y picor. Los síntomas en caso de ingestión son: dolor abdominal, náuseas y vómitos</p>                                  |
| <b>Clorpirifos</b>                | <p>Se puede absorber por inhalación, a través de la piel y por ingestión. Los efectos son principalmente en el sistema nervioso por inhibición de la colinesterasa, pudiendo dar lugar a convulsiones y fallo respiratorio. También provoca irritación de los ojos y la piel.</p> <p>Los síntomas por exposición dérmica son: enrojecimiento, aspereza, contracción pupilar, calambres musculares y salivación excesiva. Los síntomas por ingestión son: calambres abdominales, convulsiones, vértigo, dificultad respiratoria, náuseas, vómitos y pérdida de conocimiento.</p>                         |
| <b>Dicamba (sal dimetilamina)</b> | <p>La exposición ocular puede provocar turbidez e irritación en la córnea que puede ser transitoria o bien un daño grave o permanente. La exposición dérmica puede provocar irritación de la piel o quemaduras por ser ligeramente corrosivo.</p> <p>Los efectos tras una exposición oral incluyen: irritación de las membranas mucosas, disnea pulmonar, incontinencia, vómitos, anorexia y pérdida de peso o espasmos musculares que generalmente remiten en pocos días. Tras una intoxicación grave se puede producir cianosis, depresión del SNC y miotonía (relajación lenta de los músculos).</p> |

|                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Dimetoato</b> | <p>Puede absorberse a través de la piel y por ingestión. Puede causar irritación leve de los ojos y efectos en el sistema nervioso por inhibición de la colinesterasa, dando lugar a convulsiones, fallo respiratorio y muerte. Los efectos pueden aparecer de forma no inmediata, por ejemplo de 1 a 4 días después de la exposición, y manifestarse con debilidad de los músculos y dificultad respiratoria.</p> <p>El contacto prolongado o repetido con la piel puede producir dermatitis. Los síntomas tras la exposición dérmica son: enrojecimiento y aspereza, contracción pupilar, calambres musculares y salivación excesiva. En caso de ingestión se producen calambres abdominales, convulsiones, vértigo, dificultad respiratoria, náuseas, vómitos o pérdida del conocimiento.</p> |
|------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

En algunas circunstancias, algunos plaguicidas pueden causar alteraciones genéticas y del sistema endocrino, efectos cancerígenos y efectos sobre la reproducción e incluso la muerte.

Las intoxicaciones agudas pueden manifestarse de forma sistémica o localizada, pueden ser cuadros clínicos leves, menos graves, graves o fatales. En la etapa inicial o en los casos leves la sintomatología es habitualmente inespecífica, lo que dificulta la realización del diagnóstico de intoxicación. Los síntomas de una intoxicación aguda pueden ser los siguientes:

- **Dermatológicos:** sudoración excesiva, prurito o picazón, erupción cutánea y coloración azulada de la piel o membranas mucosas o quemaduras químicas en el caso de algunos herbicidas.
- **Neurológicos:** mareo, cefalea, temblor, nerviosismo, síncope, pequeñas contracciones musculares involuntarias, parálisis o entumecimiento y hormigueo, depresión y pérdida de conciencia o convulsiones que pueden llegar al coma y a la muerte.
- **Oculares:** visión borrosa y lagrimeo.
- **Cardiorrespiratorios:** palpitaciones, dificultad respiratoria, tos, aumento de expectoración, dolor torácico y ruidos continuos producidos por la obstrucción de las vías aéreas.

- **Digestivos:** excesiva producción de saliva, molestias faríngeas, náuseas, vómitos, dolor abdominal, etc.
- **Reacciones alérgicas** agudas como, rinitis alérgica, asma o eczema alérgico.
- **Gestacionales:** abortos espontáneos.
- **Otros** síntomas inespecíficos.

Si se lleva al momento de que la intoxicación es subaguda o crónica, los plaguicidas pueden ocasionar efectos como astenia, anorexia, cefalea, alteraciones del sueño, depresión, etc. La exposición durante prolongados periodos de tiempo puede hacer que se vaya acumulando en el organismo y manifestar sus efectos a largo plazo con lesiones que pueden ser irreversibles en el sistema nervioso, hígado y riñones.

### 3.5 Factores de riesgo

Los riesgos para la salud asociados a la exposición a fitosanitarios, pueden identificarse en los diferentes momentos en los que es posible que se produzca una contaminación del trabajador. Estos momentos van desde la compra del producto, su transporte y almacenamiento, la realización de la mezcla y la carga del producto en la mochila, el tratamiento del cultivo con el producto fitosanitario hasta la posterior limpieza del equipo y la eliminación de los residuos.

Se debe tener en cuenta aparte de los anteriormente mencionados, otro grupo de trabajadores que pueden resultar expuestos también, aunque sin intención de manipular de forma directa los productos fitosanitarios puede resultar afectados por los residuos depositados en la superficie tratada para la realización de alguna actividad como la recolección, el deshojado, etc. De la misma forma debe tenerse en cuenta la posible exposición a “circunstante” como son los transeúntes o los residentes de las zonas que se han tratado con fitosanitarios.

Uno de los principales objetivos del Real Decreto 1311/2012 es la reducción de los riesgos y los efectos del uso de los productos fitosanitarios en la salud humana y el medio ambiente, junto con la mejora de la eficacia de los productos.

Para valorar los factores de riesgo más importante de los fitosanitarios debemos hacerlo según diferentes clasificaciones como son: las características del producto, según la tarea y condiciones de uso y factores individuales. A continuación se muestra cada una de ellas más detalladamente.

Dependientes de las características del producto fitosanitario:

- **Peligrosidad intrínseca:** Cada formulación comercial va a presentar unos peligros para la salud específicos que dependerán de su composición. Esta información se puede recabar de la etiqueta del envase del producto y de la ficha de datos de seguridad.
- **Forma de presentación:** Durante la preparación del caldo, las formulaciones líquidas pueden producir salpicaduras y ocasionalmente derrames que pueden provocar el contacto directo del caldo con la piel. Cuando el producto está en formulaciones sólidas como polvo el riesgo deriva de la inhalación del polvo, y es mayor a medida que este sea más fino.
- **Volatilidad:** Es la propiedad que tiene una sustancia de pasar del estado sólido o líquido al vapor. La volatilidad de las sustancias que componen los fitosanitarios están influenciadas por muchos factores como son la presencia de vapor (que depende de la naturaleza química y de la temperatura), el viento o el tamaño de las gotas.

Dependientes de la tarea y condiciones de uso:

- **Cantidad de plaguicida utilizado en la tarea:** Depende de la dilución requerida y de la superficie a tratar que a su vez condiciona el número de operaciones de mezcla y carga de la mochila.
- **Duración, frecuencia y tipo de tarea:** Además del tiempo de aplicación del producto, debe tenerse en cuenta que la exposición puede continuar una vez terminada la aplicación por permanecer en la zona o no adoptar las medidas higiénicas necesarias.
- **Tamaño de las gotas pulverizadas:** El tamaño de las gotas va a depender del diseño de la boquilla, del orificio de salida y de la presión. También influirá en la

vía de entrada en el organismo, siendo más importante para las gotas finas la vía inhalatoria y para las más gruesas la vía dérmica. En comparación las gotas pequeñas presentan mayores problemas de deriva por lo que pueden ser arrastradas fácilmente y alcanzar al trabajador.

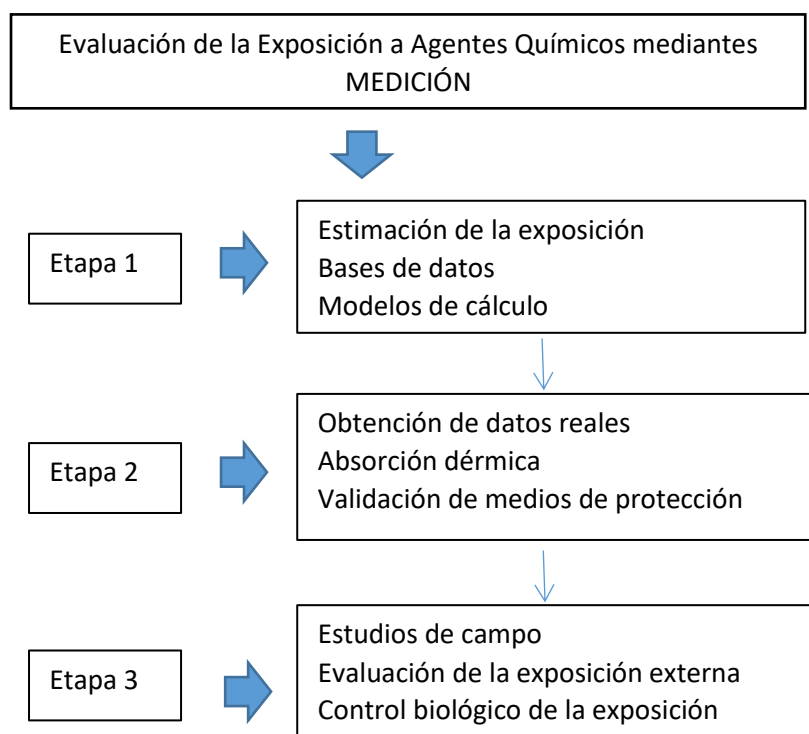
- **Exposiciones múltiples:** Esta situación de trabajo puede dar lugar a la exposición a más de un agente químico, esto puede derivar en efectos sinérgicos, antagónicos o mecanismos de bloqueo a consecuencia de la interacción entre los distintos componentes de las formulaciones comerciales.
- **Condiciones ambientales y topografía del terreno:** La temperatura ambiental y la humedad influyen en la evaporación del producto, en la tasa de absorción del plaguicida por la piel y en el ritmo respiratorio, por lo que a mayor temperatura el riesgo de exposición tanto térmicos como inhalatorios, son mayores. Se debe incluir que el viento puede incrementar la deriva y favorecer la evaporación.
- **Inadecuadas o insuficientes medidas de prevención:** Método de trabajo y prácticas higiénicas incorrectas o utilización de equipos de protección inadecuados o insuficientes.

En último lugar, los factores individuales:

- **Estado de salud y susceptibilidad personal:** Las patologías relacionadas con insuficiencias cardíacas, renales y hepáticas o simplemente la presencia de heridas en la piel o eczemas, hacen que el trabajador sea más sensible a los fitosanitarios y que los efectos derivados de estas sean mayores. También se debe de tener especial cuidado con lo que conduce a reacciones alérgicas importantes.
- **Hábitos personales:** La ingestión de alcohol u otros tóxicos, el estado nutricional y la higiene personal deficiente puede aumentar los efectos de los plaguicidas. Con la falta de higiene el tiempo de contacto entre el producto químico aumenta las posibilidades de absorción.
- **Otros:** Se deben tener en cuenta otros factores individuales como la situación de embarazo y lactancia.

#### 4. EVALUACIÓN DE LA EXPOSICIÓN A AGENTES QUÍMICOS

Una vez analizada la situación del puesto y proceso de trabajo, conociendo los fitosanitarios y sus efectos sabemos a lo que nos enfrentamos. La prioridad será evaluar la exposición de agentes químicos, mediante la medición. Para los pasos a seguir nos basaremos en el esquema de evaluación del riesgo por exposición a productos fitosanitarios, publicado por INSST en noviembre de 2012.



Para la evaluación se utilizara un modelo adecuado, cuando se disponga de él, o se proporcionaran datos reales de exposición correspondientes a la vía o vías de exposición relevantes, cuando la evaluación de riesgos indique que puede superarse un valor límite relacionado con la salud o cuando no se disponga de un modelo de cálculo adecuado o de los datos necesarios para realizar la estimación.

Este punto lo comenzaremos detallando las etapas antes mencionadas en el esquema de la evaluación de exposición a agentes químicos. En la **primera etapa**, la exposición del operario puede estimarse mediante modelos de cálculo elaborados a partir de bases de datos genéricas. Si en este paso se puede concluir que existe un margen de seguridad aceptable, basándose en la comparación del valor de exposición estimado con el nivel de exposición admisible para el operario, el uso del producto puede considerarse seguro.

Si en la primera estimación conservadora indica que el margen de seguridad es inaceptable, se pasa a la **segunda etapa** que permita afinar el cálculo mediante la utilización de datos reales del producto fitosanitario sobre absorción dérmica. También se utilizarán datos sobre la eficacia de los equipos de protección, factores de protección de la ropa y guantes y de la protección respiratoria utilizados para mitigar la exposición.

Cuando con las estimaciones realizadas en las etapas anteriores no pueda concluirse la existencia de un margen de seguridad aceptable o no exista un modelo de cálculo adecuado ni datos apropiados para estimar la exposición se pasará a, la **tercera etapa** que consiste en la utilización de datos experimentales de estudios de campo sobre la exposición, mediante medidas de la exposición externa al individuo (por vía dérmica o respiratoria), mediciones estáticas de la concentración ambiental, etc.

#### 4.1 Cuestiones generales

- **Identificación de los Agentes químicos presentes**

Se deben de tener en cuenta los productos químicos que intervienen en los tratamientos con plaguicidas en jardinería para obtener así los agentes químicos que nos enfrentamos. El primer paso por tanto es la identificación de los principales productos químicos, y su composición, utilizados por el trabajador, pues puede estar expuesto a los agentes químicos que emanan de los fitosanitarios y que entrañan peligros para la salud, por su toxicidad, irritaciones, etc.

| PRODUCTO QUIMICO | FUNCIÓN                                                                                                                                                                                                                                                  | PROCESO                                                                                                                             |
|------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| INSECTICIDAS     | <p>Este producto depende de la fase de desarrollo de los insectos hacia los que se dirigen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ovicidas: etapa de huevos</li> <li>- Larvicidas: etapa de larva</li> <li>- Adulticidas: etapa adulta</li> </ul> | Suele utilizarse la pulverización como método de aplicación. Se debe de rociar la dosis exacta que resulte letal para los insectos. |

|                                  |                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>ACARICIDAS</b>                | Se utilizan para combatir una gran variedad de ácaros. Su clasificación es igual que la de los insecticidas.                                                                                                                 | La forma más común de aplicación es mediante mangas de rociado y aspersión es la técnica más rápida y económica o también se puede utilizar la aspersión o rociado manual.                                                                                                                        |
| <b>FUNGICIDAS</b>                | El objetivo de estos fitosanitarios es eliminar los hongos que perjudican a los cultivos.<br>Se puede distinguir entre varios tipos de fungicidas de carácter preventivo: azufre, compuestos cúpricos, ditiocarbamatos, etc. | La forma como se aplican varía según las indicaciones de cada uno de ellos, lo más común es rociar las plantas con la cantidad de producto recomendado. También puede realizarse a través del agua de riego, teniendo siempre presente que el producto se diluya y distribuya de forma homogénea. |
| <b>HERBICIDAS</b>                | Eliminar aquella vegetación o malas hierbas que compite por los mismos nutrientes y agua que las plantas que se están cultivando en el terreno.                                                                              | Se suele introducir con medios mecánicos.<br>Pueden ser herbicidas de contacto que actúan sobre la parte específica de la planta, o también herbicidas residuales que se aplican sobre la superficie que se asientan los cultivos y su acción es a medio o largo plazo.                           |
| <b>DEFOLIANTE</b>                | Este producto químico se utiliza con el propósito de desprender las hojas de las plantas.                                                                                                                                    | La forma de aplicación más común es espolvoreando sobre las plantas, puede ser de forma mecánica o manual.                                                                                                                                                                                        |
| <b>REGULADOR DEL CRECIMIENTO</b> | Son sustancias que actúan como reguladores del crecimiento sobre las plantas.                                                                                                                                                | Se deben de utilizar en concentraciones muy pequeñas y se puede diferenciar entre las que son producidas por la planta y aquellas de origen sintético.                                                                                                                                            |

|                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>BACTERICIDAS</b>                                   | Estos productos eliminan a las bacterias que provocan enfermedades en los cultivos. Son útiles para controlar las enfermedades que se encuentran presentes en el suelo del cultivo y mejoran el rendimiento de las plantaciones.                                                                                               | Se introduce mediante medios mecánicos o manuales, aplicándolos sobre las superficies que se quieren tratar.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| <b>NEMATICIDAS, RODENTICIDAS, MOLUSQUICIDAS, ETC.</b> | Los nematicidas actúan frente a los nematodos (son parásitos de plantas que son gusanos microscópicos que atacan las raíces). Los rodenticidas se emplean para controlar las poblaciones de roedores que dañan cultivos. Los fitosanitarios molusquicidas evitan la acción de babosas, caracoles y otros moluscos gasterópodos | La técnica de aplicación más utilizada es la dispersión de la mezcla física, también se puede realizar por difusión gaseosa a través del suelo o la dispersión en solución acuosa en el agua incorporado en el sistema de riego. Los rodenticidas más comunes son, pasta fresca que los elimina de una sola dosis en pocos días, también tenemos el portacebos que es el uso de cebos. La aplicación de los molusquicidas se debe realizar al atardecer que los moluscos salen y se puede dispersar de forma manual o mecánica, alrededor de la zona. |

- **Fichas de datos de seguridad y etiqueta**

Podríamos analizar en las siguientes partes todos los productos químicos, pero por lo general nos centraremos en los más usados en tratamientos plaguicidas en jardinería que son: Insecticidas, fungicidas y acaricidas. Para una correcta identificación de los distintos agentes químicos que pudieran estar presentes en el ambiente de trabajo se debe utilizar:

- Fichas de datos de seguridad y etiquetado del producto químico.

- Información técnica del proceso (generación de productos intermedios, residuos, etc.).

En la Ficha de Datos de Seguridad (FDS) y en el etiquetado, son las herramientas de comunicación principales sobre los peligros de sustancias y mezclas químicas. Tanto la FDS como el etiquetado nos dan información también sobre las medidas de seguridad correspondientes, sobre las medidas de lucha contra incendios, los medios de protección, precauciones a tomar en caso de vertido accidental y primeros auxilios.

Con las fichas de datos de seguridad (FDS) de los productos químicos utilizados, vemos la información de la composición química del producto químico y la concentración en la que se encuentran estos agentes químicos, además nos indican el valor límite de exposición que tienen cada uno, con esta información podremos valorar cuando debemos medir, o cuando no es necesario. Las FDS son indispensables como referencia para la gestión de los productos químicos en el lugar de trabajo y permite:

- Al empresario, determinar si en el lugar de trabajo hay algún agente químico peligroso y de esta forma desarrollar un programa activo de medidas de protección del trabajador, incluida la formación, que será específica para cada lugar y puesto de trabajo.
- A los usuarios, tomar las medidas necesarias para proteger su seguridad y su salud.

Según El Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud (ISTAS), la Ficha de Seguridad estará redactada en castellano y contendrá, al menos la siguiente información:

1. Identificación de la sustancia o preparado y de la sociedad o empresa
2. Identificación de los peligros
3. Composición/información sobre componentes ( comprobar que incluya números de identificación CAS de cada sustancia)
4. Primeros auxilios
5. Medidas de lucha contra incendios
6. Medidas en caso de vertido accidental
7. Manipulación y almacenamiento
8. Controles de exposición/protección personal
9. Propiedades físicas y químicas
10. Estabilidad y reactividad

- 11. Información toxicológica**
- 12. Información ecología**
- 13. Consideraciones relativas a la eliminación**
- 14. Información relativa al transporte**
- 15. Información reglamentaria**
- 16. Otra información**

La FDS se suministrará de forma gratuita y conjuntamente con la primera entrega del producto a la empresa, no podrá entregarse después. También deberá de permanecer siempre actualizada a las revisiones pertinentes que se produzcan por nuevos conocimientos significativos relativos a la seguridad y a la protección de la salud y del medio ambiente.

La etiqueta de un formulado fitosanitario es la principal fuente de información para asegurar, un uso seguro y efectivo del plaguicida, por lo que debe acompañar siempre al producto, aunque en algunos casos esta información puede estar contenida en un prospecto independiente. La normativa aplicada será el Reglamento (CE) 1272/2008 sobre Clasificación, Etiquetado y envasado de Sustancias y Mezclas. Durante un periodo de tiempo sería probable utilizar productos con el etiquetado antiguo, el cual venía reglamentado por: El Real Decreto 363/95 por el que se regula la Notificación de Sustancia Nuevas y Clasificación, Envasado y Etiquetado de Sustancias Peligrosas y el Real Decreto 255/2003 por el que se aprueba el Reglamento sobre clasificación, envasado y etiquetado de preparados peligroso.

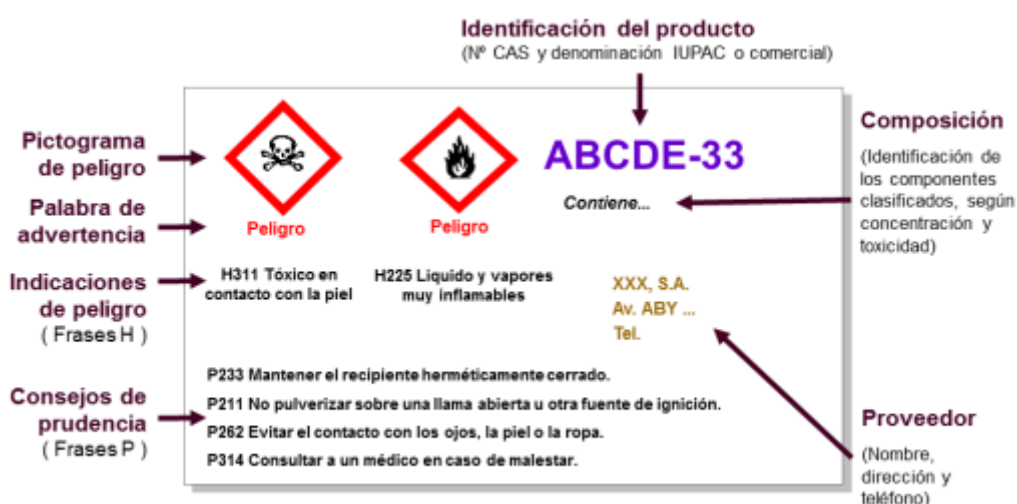
También es importante tener en cuenta lo que debe aparecer en el etiquetado del producto químico, según lo establece el INSST:

- 1. Identificadores de productor/suministrador/distribuidor**
- 2. Identidad del producto químico, debe ser la misma que la aportada por la FDS y si se trata de un preparado debe incluir la descripción de todos los componentes que puedan producir efectos adversos sobre la salud e indicados en la etiqueta.**
- 3. Pictogramas**
- 4. Palabras de advertencia, indica la mayor o menor gravedad del peligro de una forma rápida y fácil para el lector de la etiqueta.**
- 5. Identificadores de peligros o frases H, son frases asignadas a una clase y categoría de peligro y que incluyen, en su caso, el grado de este).**

6. Consejos de prudencia o frases P, son frases que describen las recomendaciones para prevenir o minimizar los efectos adversos causados por la exposición a un producto de riesgo)

En lo referente al formato de la etiqueta, la autoridad competente puede establecer un formato específico para la presentación de la información en la etiqueta, siempre que los pictogramas de peligro, palabra de advertencia y la indicación de peligro figuren juntas.

La etiqueta debe acompañar al producto químico desde que se envía hasta el lugar de trabajo, y dentro de este todos los recipientes deben encontrarse etiquetados. El uso de advertencias táctiles en el etiquetado de productos químicos debe realizarse conforme a las especificaciones de la norma UNE-EN-ISO 11683:1998, a continuación se muestra un ejemplo de etiqueta:



Fuente: Prevención de riesgos laborales ASEPEYO, 2016.

En este caso como el presente trabajo es de carácter teórico y no se tiene la presencia de los productos químicos para observar sus FDS y etiquetas, vamos a trabajar con los fitosanitarios más frecuentes en los tratamientos plaguicidas en jardinería (insecticidas, fungicidas y acaricidas), según el informe de situaciones de exposición a agentes químicos (BASEQUIM 014A) publicado en 2019 por el INSST. De los anteriores agentes químicos identificados se comprobará si tienen valores límites de exposición, por lo tanto procede medición y el método de muestreo y análisis posterior que le corresponden.

- **Valores límite de exposición**

Es importante identificar los agentes químicos más peligrosos y sus valores límites (VLA) y que según las características de los riesgos que tengan estos agentes químicos pueden perjudicar a los trabajadores llegando a provocar una enfermedad laboral. Los valores de referencia a utilizar están expuestos en el anexo I RD 374/2001, anexo III del RD 655/1997, en el documento de Valores Límites Ambientales del INSST, y el listado sobre Límites de exposición profesional para Agentes Químicos en España a fecha 2019. En caso de ausencia de Valores de Referencia en estas fuentes podría recurrirse a otras de reconocido prestigio (GESTIS, TLVs, MAKs, etc..) o bien valores que se relacionen en las FDS.

A continuación se va a mostrar el único agente químico con valor límite en el caso de los fitosanitarios, el CLORPIRIFOS, según muestra la tabla del Anexo I del documento del INSST, sobre situaciones de exposición a agentes químicos 014A. Se muestra identificado por el nombre del agente químicos, y por su número CAS (Chemical Abstract Service/Servicio de Resúmenes Químicos), se presentan divididos en dos columnas los Valores de Exposición Diaria (VLA-ED) y los de Exposición de Corta Duración (VLA-EC), indicando además la columna llamada “Notas” información complementaria de utilidad práctica.

| Agente químico                                     | Nº CAS                                                                                                                                                            | VLA mg/m³ |        | Notas de los LEP (1)            | Indicador biológico VLB<br>Momento de muestreo                                                                                                                |
|----------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|--------|---------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                    |                                                                                                                                                                   | VLA-ED    | VLA-EC |                                 |                                                                                                                                                               |
| CLORPIRIFÓS                                        | 2921-88-2                                                                                                                                                         | 0,1       |        | Vía dérmica<br>VLBa<br>FIV<br>s | Colinesterasa eritrocitaria en eritrocitos<br>Reducción de la actividad al 70% del valor basal individual<br>El momento de toma de muestra no resulta crítico |
| Clasificación armonizada (2)                       |                                                                                                                                                                   |           |        |                                 | Estado físico<br>Forma de presentación (4)                                                                                                                    |
| Clase y categoría de peligro                       | Frase H                                                                                                                                                           |           |        |                                 |                                                                                                                                                               |
| Toxicidad aguda. Cat.3<br>Peligroso medio acuático | H301 Tóxico en caso de ingestión<br>H400 Muy tóxico para los organismos acuáticos<br>H410 Muy tóxico para los organismos acuáticos, con efectos nocivos duraderos |           |        |                                 | Sólido                                                                                                                                                        |

<sup>(1)</sup> Vía dérmica: indica que, en las exposiciones a esta sustancia, la aportación por vía cutánea puede resultar significativa para el contenido corporal total si no se adoptan medidas para prevenir la absorción. VLB®: Agente químico con Valor Límite Biológico específico en el documento de Valores

límite 2015. VLI: Agente químico que tiene establecido un valor límite indicativo por la Unión Europea. r: sustancia con restricciones a la fabricación, comercialización o uso.

<sup>(2)</sup> Frase que describe la naturaleza de los peligros de una sustancia o mezcla peligrosa. Reglamento (CE) N° 1272/2008.

<sup>(3)</sup> A temperatura ambiente

<sup>(4)</sup> Pe: punto de ebullición (°C). Pf: punto de fusión (°C). PV: presión de vapor (kPa).

Es importante tener en cuenta que además de los agentes químicos individuales, en los procesos productivos aparecen también impurezas, productos intermedios, finales y subproductos de la reacción.

En los casos en los que no tenemos valores de referencia o método validados, para la valoración de riesgos, es cuando se pueden utilizar métodos alternativos a la determinación cuantitativa, tales como evaluaciones simplificadas, estos también puede ser de utilidad para establecer si se precisa o no realizar análisis cuantitativos.

- **Relación del trabajador con la exposición a agentes químicos**

Es esencial establecer la relación que tiene el operario y su trabajo con la exposición a químicos, fitosanitarios en este caso, se deben de definir las condiciones de trabajo, con este término se hace referencia tanto al conjunto de actividades que están encomendadas a un trabajador concreto como al espacio físico en el que se desarrolla este.

Para la definición de los puestos, se recabará toda la información necesaria para realizar una descripción adecuada en relación a la exposición que tienen a los químicos, de este modo por cada agente o grupo de estos deberá concretarse:

- Tareas que desarrolla a lo largo de la jornada con exposición a agentes químicos, incluyendo aquellas en las que exista baja exposición a los agentes químicos.
- Fuentes de exposición como máquinas, instalaciones, agentes que se generen en otros puestos, etc.
- Tiempo de exposición.
- Medidas de protección colectiva disponibles.

- Mantenimiento de las medidas colectivas.
- Epis que utilizan y sus características.
- Formación/información que hubieran recibido al respecto.

## 4.2 Estrategia de toma de muestras

La última cuestión general que tenemos es para la realización de la evaluación es identificar qué estrategia de medición utilizaremos, según las condiciones de los que vayamos a medir, esto es clave para asegurar la representatividad de las mediciones al menos coste posible y conseguir que los resultados obtenidos, el día o días que se realicen las pruebas.

La estrategia de tomas de muestras estudia el número de ellas que son necesarias y sus características para afirmar si, con una determinada probabilidad, se supera el valor límite en una exposición ambiental (VLA). Esto se comprueba en función del agente a muestrear y consultando la guía de agentes químicos.

La duración de cada muestra estará relacionada con el procedimiento analítico que se vaya a realizar, y la duración del muestreo está vinculada directamente con el periodo de exposición, que puede ser jornada completa o parcial, y con el tipo de valor límite con el que vayamos a comprar nuestra estimación de la exposición.

Se consideran las siguientes categorías de VLA:

- Valor Limite Ambiental-Exposición Diaria de larga duración: **VLA-ED®**
- Valor Limite Ambiental-Exposición de Corta duración: **VLA-EC®**

Los VLA-ED® representan condiciones a las cuales se cree, basándose en los conocimientos actuales, que la mayoría de los trabajadores pueden estar expuestos ocho horas diarias y 40 horas semanales durante su vida laboral, sin subir efectos adversos para su salud.

Para aquellos agentes químicos que tienen efectos agudos reconocidos pero cuyos principales efectos tóxicos son de naturaleza crónica, el VLA-EC® constituye un complemento del VLA-ED® y, por tanto, la exposición a estos agentes habrá de valorarse en relación con ambos límites.

Hay agentes químicos que tiene asignado VLA-ED® pero no VLA-EC®, se establece el producto de 3 x VLA-ED® como valor que o deberá superarse durante más de 30 minutos en total a lo largo de la jornada de trabajo, no debiéndose sobrepasar en ningún momento el valor 5 x VLA-ED®.

El método también proporcionara datos relevantes sobre la posibilidad de muestrear diferentes agentes en una medición misma muestra, y por otra parte sobre los tiempos y caudales de muestreo recomendados, para determinar concentraciones ambientales de los agentes químicos en el intervalo 0,1 VLA-ED® a 2 VLA-ED®.

Si se esperan concentraciones próximas al límite inferior de este intervalo, para comparar con el VLA-ED, el tiempo mínimo de duración de la muestra se obtiene con la expresión:

$$t_{\text{muestra}} \geq LC / (0,1 \cdot \text{VLA-ED} \cdot q)$$

Siendo:

$t_{\text{muestra}}$ : tiempo de duración de la muestra en minutos

LC: Límite de cuantificación analítico en  $\mu\text{g}/\text{muestra}$

VLA-ED expresado en  $\mu\text{g}/\text{l}$

q: caudal en  $\text{l}/\text{min}$

Cuando el agente químico dispone de VLA-EC, el tiempo de duración es de 15 minutos, por lo que el requisito es que se cumpla la siguiente expresión:

$$t_{\text{muestra}} \geq LC / (0,1 \cdot \text{VLA-ED} \cdot q)$$

Siendo:

LC: Límite de cuantificación analítico en  $\mu\text{g}/\text{muestra}$

VLA-EC expresado en  $\mu\text{g}/\text{l}$

q: caudal en  $\text{l}/\text{min}$ .

Cuando la concentración esperable del agente químico sea inferior a 0,1 VLA-ED pero por razones de aplicación de legislación específica o normativa (por ejemplo, cancerígenos y mutágenos) sea necesario descartar su presencia en el lugar de trabajo la duración de la toma de muestra será el tiempo máximo que admita el método al caudal más alto recomendado, cuando las condiciones de trabajo lo permitan.

## Como medir la exposición respiratoria a fitosanitarios

Se debe de contar con la información suficiente para poder determinar el alcance de la exposición a la sustancia o sustancias activas o a los componentes toxicológicamente relevantes del producto fitosanitario, esta información será también el punto de partida para la selección de las medidas de prevención adecuadas, así como el equipo de protección individual.

Según lo expuesto en I congreso nacional de prevención de riesgos laborales en el sector agroalimentario, en el documento sobre la realización de estudios de campo para evaluar la exposición laboral a productos fitosanitarios como parte del proceso de autorización, la evaluación de la exposición respiratoria se realizara de forma similar a otro contaminantes químicos, la captación del plaguicida en aire se lleva a cabo utilizando una bomba de muestreo personal unida a un sistema de captación que deja pasar el aire a su través, pero retiene el plaguicida que se va a analizar. El sistema de captación debe colocarse lo más cerca posible de la zona respiratoria del trabajador.

La bomba debe estar calibrada con objeto de conocer exactamente el aire que ha sido muestreado. El sistema de captación ideal debe permitir, además de la retención cuantitativa del plaguicida, su recuperación también cuantitativa en el proceso de preparación de la muestra que se realiza antes del análisis.

- **Bombas tipo G:** Son para muestreo personal de gases y vapores, con un margen de caudales entre 0,005 y 03 l/min e intervalo de pérdida de carga entre 0,01 y 10 kPa. Deben de disponer de un control automático que mantenga el caudal volumétrico constante en el caso de un cambio en la perdida de carga o un medio para determinar el volumen muestreado.
- **Bombas tipo P:** Son para el muestreo personal de materia particulada, con un margen de caudales entre 1 y 5 l/min e intervalo de pérdida de carga entre 0,1 y 6,25 kPa. Deben de disponer de un control automático que mantenga el caudal volumétrico constante en el caso de un cambio en la pérdida de carga.

Existen otros métodos de toma de muestras menos utilizados como los captadores pasivos (sin forzar el paso de aire) basados en fenómenos físico-químicos como la difusión, sedimentación y atracción por fuerzas electrostáticas.

La tendencia actual de los sistemas de toma de muestras personales de plaguicidas e aire, parece ser la utilización de filtros (esteres de celulosa, fibra de vidrio) para los aerosoles, adsorbentes sólidos (Chromosorb 102, resina XAD-2, carbón activado) para vapores, y sistemas mixtos (filtro colocado en serie con tubo absorbente) para mezclas de aerosoles y vapores.

La preparación de las muestras suele realizarse mediante extracción con un disolvente adecuado o desorción térmica, según el tipo de sustancia. Las técnicas analíticas más utilizadas para análisis cuantitativo las de Cromatografía de Gases con detectores selectivos, y la Cromatografía Líquida de Alta Resolución. Para el análisis cualitativo se emplea la Espectrometría de Masas.

Cuando se quiere medir el resultado de la ventilación después de una aplicación, se determinan valores puntuales de concentración en aire utilizando algún método de medida directa en el lugar de trabajo.

Para que la estimación sea correcta es importante que las mediciones sean representativas, en ocasiones los aplicadores de plaguicidas están expuestos a numerosos productos en concentraciones variables a lo largo del tiempo, esto dificulta la cuantificación de los tiempos de exposición, se procederá entonces a la evaluación de la situación comparando los resultados obtenidos con los valores límite ambientales utilizados como referencia.

La medición de la concentración será una buena estimación de la concentración real a la que está expuesto el trabajador cuando se cumplen las siguientes condiciones:

- El muestreador utilizado cumpla los requerimientos de la norma UNE-EN 13205.
- El muestreador haya sido correctamente ubicado en el trabajador.
- El tiempo de muestreo corresponda o sea representativo del tiempo de exposición.
- El transporte, almacenamiento y métodos analíticos utilizados sean apropiados.

Sea cual sea el equipo elegido para la toma de muestras, los pasos que se deben seguir son los siguientes:

- Se coloca la bomba de aspiración, ya calibrada, en el trabajador, esta debe ser capaz de mantener el caudal necesario durante todo el tiempo de muestreo..
- Transcurrido el tiempo de muestreo, se parara la bomba y se deberá anotar el tiempo total de muestreo en la ficha de toma de muestras.
- Retirar el muestreador y taponar los orificios del soporte de muestreo, de forma que ajuste perfectamente.

La bomba debe de tener un control periódico sobre su funcionamiento y calibrar el caudal para que se ajuste al valor requerido por el muestreador, utilizando los accesorios necesarios que indique el fabricante. También se debe tener en cuenta que el instrumento sea lo más cómodo posible de llevar, además de ser portátil y autónomo.

### **Como medir la exposición dérmica a fitosanitarios**

La exposición dérmica es descrita en la NTP 895 como un proceso interactivo entre la fuente de contaminación y el cuerpo, con múltiples procesos de transferencia de materia. Para la determinación de la exposición por vía dérmica cabe distinguir entre medidas de exposición potencial, de exposición real y de dosis absorbida.

Las técnicas de medida directa de la exposición dérmica y los métodos más comúnmente utilizados son los siguientes:

- Técnica sustitutiva de la piel
  - Parches
  - Cuerpo completo
  - Guantes absorbentes
- Técnica de retirada del contaminante
  - Lavado de manos
  - Limpieza con disolvente
  - Retirada del contaminante con cinta adhesiva

- Técnica de recuperación in situ
  - Video imagen
  - ATR-FTIR
  - Sonda luminosa
  - PXRF

Adicionalmente puede usarse la técnica de muestreo de superficie para evaluar la exposición dérmica indirectamente y que recoge el contaminante depositado en una superficie de trabajo.

- Técnica de muestreo de superficies
  - Aspirado de superficies, limpieza con disolvente, determinación del residuo foliar desprendible, etc.

Seguidamente según lo expuesto en I congreso nacional de PRL en el sector agroalimentario, debido a la importante contribución de la exposición de las manos a la exposición dérmica total, estas se consideran por separado, de esta forma primero hablaremos de los métodos de evaluación de la exposición de las manos y en segundo lugar de los de exposición corporal.

## 1. Métodos de evaluación de la exposición de las manos

- a) **Bolsas de aclarado.** Consiste en el uso de unas bolsas resistentes llenas de un disolvente adecuado para recuperar el plaguicida de la piel. Se introducen las manos en la bolsa con disolvente y se sujetan alrededor e ls muñecas agitándose durante treinta segundo, este proceso se repite dos o tres veces con nuevas bolsas.

El disolvente debe extraer el plaguicida sin degradarlo ni interferir en el análisis posterior y no provocar daños en el individuo. Este método es lento y no recoge el plaguicida que haya penetrado a través de la piel, por lo que se obtendrán datos de exposición más bajos en un grado desconocido.

- b) **Limpieza con disolvente.** Consiste en limpiar cuidadosamente las manos con una pasa impregnada de disolvente. Este método tiene las mismas características que el anterior, con dificultad añadida de la eliminación de residuos entre los dedos y alrededor de las uñas, que puede provocar una subvaloración aún mayor de la exposición.

- c) **Guantes absorbentes.** Son guantes convencionales, generalmente de algodón que el trabajador usa durante todo el periodo que dura la aplicación. Cuando termina la tarea, los guantes se extraen con un disolvente y se analiza el plaguicida que contiene. Es conveniente confirmar antes de su uso que no exista componentes que puedan provocar interferencias en el análisis. Puede ocurrir que estos guantes puedan absorber más plaguicida del que retendría la piel en las mismas circunstancias, por lo que los datos obtenidos pueden ser sobreexposición.

## 2. Métodos de evaluación de la exposición corporal

- a) **Lavado de la piel.** Cuando termina la exposición a plaguicida, se lava una zona de la piel de área conocida con una gasa impregnada de un disolvente adecuado que posteriormente se analiza. En zonas que van cubiertas este método solo detecta la fracción que penetra la ropa y alcanza la piel, midiendo por tanto la exposición real y no potencial.
- b) **Análisis del plaguicida que impregna la ropa de trabajo.** Este método se realiza cortando la ropa de trabajo en varias secciones previamente determinadas que posteriormente se extraen con disolvente y analizan. Este método exige la utilización de ropa de trabajo desechable. Es frecuente que parte del plaguicida que se deposita atraviese el tejido, con lo que esta fracción no sería evaluada.
- c) **Trazadores Fluorescentes.** Un compuesto orgánico cuya molécula posea una fuerte fluorescencia se añade a la formulación del plaguicida antes de su aplicación. Una vez terminado el trabajo, los trabajadores son examinados bajo una luz ultravioleta, la luz emitida por el trazador que queda depositado sobre el trabajador, es indicativa de la mayor o menos presencia del plaguicida.

El trazador elegido debe reunir una serie de propiedades para poder ser utilizado:

- Inerte con todas las sustancias químicas presentes en el formulado
- Estable en las condiciones de uso normales, y soluble en la solución final de aplicación.

La exposición puede evaluarse mediante fotografías o, más exactamente, con un sistema analizador de video-imágenes. Cuenta con la ventaja de que registra la deposición sobre toda la superficie de la región corporal estudiada, sin embargo la exactitud de la técnica no está determinada y es compleja su aplicación en el campo.

- d) **Parches absorbentes:** Este es el método más usado en la actualidad y consiste en un parche con un material adecuado para retener al plaguicida, que se fija a la piel o ropa del sujeto. Según la naturaleza de la formulación utilizada deberá usarse diferente material en cada caso para la confección de los parches, por ejemplo para formulaciones líquidas se utilizan parches de celulosa, mientras que si es polvo se utiliza gasa. Es imprescindible que el material no contenga ninguna sustancia que pueda interferir en el análisis del plaguicida, por lo que en algunos casos será necesaria la extracción previa para eliminar cualquier posible interferencia.

Una vez se ha determinado la cantidad de plaguicida en los parches, se extrapola a las zonas corporales representadas por ellos. Existen varias propuestas en cuanto al área de las zonas corporales y los parches representativos de ellas, las más utilizadas son las de la O.M.S. y las de la U.S. Environmental Protection Agency (E.P.A.). Actualmente no se aplica la antigua suposición de que cualquier zona cubierta de ropa está protegida de la exposición, debe colocarse parches adicionales bajo la ropa. El principal inconveniente de esto es que la deposición no es uniforme de plaguicida en las regiones corporales individuales, lo cual puede dar lugar a que el parche no sea representativo de la exposición de esa zona.

## **Control biológico**

Este control consiste en la realización de análisis en medio biológicos de los sujetos expuestos (sangre, orina, etc.) que permitan evaluar la cantidad de una perturbación biológica. Para llevarlo a cabo se necesita un indicador biológico de exposición adecuado, generalmente los plaguicidas o sus metabolitos, poco frecuentes en este caso ya que en numerosas ocasiones las informaciones toxicológicas sobre el mecanismo de acción y/o el metabolismo de los productos, son insuficientes.

Cuando se trabaja con plaguicidas organofosforados o carbamatos, se deben determinar los niveles de la colinesterasa de la sangre de todos los trabajadores antes y después de la exposición. Se considera que la colinesterasa eritrocitaria es mejor indicador en la mayoría de las situaciones y, cuando sea posible, se deben determinar ambos tipos de colinesterasa.

Excepto casos aislados, actualmente no se dispone de métodos analíticos normalizados para el control biológico de la exposición a plaguicidas. La preparación de las muestras para su análisis suele ser más complicada que en el caso de las determinaciones ambientales y las técnicas analíticas utilizadas con similares.

En la nota técnica de prevención 660 sobre el control biológico de trabajadores expuestos a plaguicidas se muestra una tabla que habla sobre las características toxicológicas de un ingrediente activo, se establecen a través de un complicado proceso evaluador que exige ensayos muy completos para detectar los distintos efectos que puede producir en diferentes patrones y vías de exposición. En dicha tabla que se muestra a continuación se presenta un esquema de los datos biológicos y tipos de estudios para la evaluación que se tienen en cuenta en este proceso.

1. Aspectos bioquímicos. Toxicocinética (absorción, distribución, metabolismo, excreción por las vías pertinentes), biotransformación y efectos sobre parámetros bioquímicos.
2. Estudios especiales. Farmacología, potenciación, neurotoxicidad, función reproductiva, teratogenicidad, carcinogenicidad (si no está incluido en estudios de exposición crónica). Acción sobre la piel.
3. Estudios de exposición aguda. La DL50 (dosis única teóricamente capaz de causar la muerte del 50% de los animales a los que se les ha suministrado). Signos de intoxicación aguda.
4. Estudios de exposición subaguda. (En general, hasta 1 mes).
5. Estudios de exposición subcrónica. (En general, entre 2 y 3 meses)
6. Estudios de exposición crónica. (En general, más de tres meses hasta dos años). Estudios que duran toda la vida del animal de experimentación o por encima del 50% de la vida del animal.

Existen tres tipos de indicadores del riesgo biológico, que son:

- **Indicadores de exposición:** son los que presentan una correlación con la concentración del xenobiótico o los productos resultantes de su biotransformación en el ambiente de trabajo. Tal es el caso de los metabolitos de diferentes ingredientes activos de plaguicidas que se eliminan por la orina. Su concentración urinaria aumenta con el conjunto de la exposición ambiental, dérmica y digestiva.
- **Indicadores de efecto:** representan efectos biológicos precoces, reversibles, que en principio se desarrollan en el órgano crítico. Se distingue entre efecto crítico y subcrítico.
- **Indicadores de susceptibilidad:** cualquier indicador que exprese una condición individual, congénita o adquirida, de capacidad limitada del organismo para hacer frente a la exposición a un contaminante específico.

Respecto a todo lo anterior expuesto, la implantación de un programa de control biológico en la exposición a plaguicidas tiene unas implicaciones técnicas básicas específicas, que deben ser respetadas, y se pueden resumir en los siguientes puntos:

- Se centran en evaluar la exposición y/o el riesgo por plaguicidas y no tiene por objeto detectar alteraciones precoces de la salud del trabajador.
- La toma de muestras se debe realizar en el momento adecuado, acorde con la farmacocinética del indicador. Carece de todo valor cualquier medición de un indicador en una muestra tomada a destiempo.
- La evaluación de los resultados la debe llevar a cabo un prevencionista con experiencia en la evaluación de riesgos higiénicos, mediante criterios técnicos apropiados, por comparación con una referencia adecuada.
- Forma parte de la actividad preventiva que se desarrolla de manera sistemática, a tenor de los factores de riesgo existentes en cada momento y que pueden ser muy variables.

- Requiere unas condiciones que garanticen la máxima calidad de los resultados obtenidos. Cuando sea posible, se debe dar preferencia a las muestras de carácter no invasivo.

Según la NTP 661, sobre control biológico de trabajadores expuestos a plaguicidas el INSST únicamente tiene establecidos Valor Limite Biológico (VLB) para el pentaclorofeno, los organofosforados inhibidores de la colinesterasa y el paration. En la siguiente tabla se muestra el indicador biológico, VLB, momento de muestreo etc.

| Sustancia activa                                 | Indicador biológico         | INSST VLB                                                   | Momento de muestreo                                                                                                                                                           | notas                                                                                                                          |
|--------------------------------------------------|-----------------------------|-------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Orgnofosforados inhibidores colinesterasa</b> | Colinesterasa eritrocitaria | Reduccion de la actividad al 70% del valor basal individual | Discrecional (El momento de la toma de muestra no resulta critico dado que la inhibición de la actividad de la colinesteras a es rápida mientras que la recuperacio es lenta) | I.S ( la acetilcolinesterasa en un componente normal de los eritrocitos)                                                       |
| <b>Paratión</b>                                  | p-Nitrofenol total en orina | 0,5 mg/g creatinina                                         | Final de la jornada laboral (dentro de las 2 últimas horas de exposición)                                                                                                     | I ( Indica que el determinante es inespecífico puesto que puede encontrarse después de la exposición a otros agentes químicos) |

|                        |                                 |                                                                           |                                                     |                                                                                                             |
|------------------------|---------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                        | Colinesterasa eritocitaria      | Reducción de la actividad al 70% del valor basal individuala actividad al | Discrecional                                        | I.S                                                                                                         |
| <b>Pentaclorofenol</b> | Pentaclorofenol total en orina  | 2 mg/g creatinina                                                         | Principio de la última jornada de la semana laboral | F (El indicador esta generalmente presente en cantidades detectables en personas no expuestas laboralmente) |
|                        | Pentaclorofenol libre en plasma | 5 mg/l                                                                    | Final de la jornada                                 | F                                                                                                           |

De manera general, los tipos de indicadores que actualmente se emplean en el control biológico de trabajadores expuestos a plaguicidas. La oportuna evaluación de todos los datos disponibles del indicador en relación con la exposición es la que debe permitir la adaptación de valores límites.

#### 4.3 Cálculo e interpretación de los resultados

Cuando tras la recogida de muestras se analizan en el laboratorio y con los resultados obtenidos se procederá a su cálculo e interpretación. Los VLA sirven para la evaluación y el control de la exposición por inhalación de agentes químicos incluidos en la lista de valores, mientras que para la dérmica se llevara acabado con unos indicadores diferentes, las directrices básicas para llevarlo a cabo son las siguientes:

- **Cálculo de Exposición Diría (ED)**

Es la concentración media del agente químico en la zona de la respiración del trabajador, calculada de forma ponderada con respecto al tiempo, para la jornada laboral real y referida a una jornada estándar de 8 horas diarias. Referir la concentración media a dicha jornada estándar implica considerar el conjunto de las distintas exposiciones del

trabajador durante su jornada real de trabajo, cada una con su correspondiente, como equivalente a una única exposición uniforme de 8 horas.

Así pues, la ED puede calcularse matemáticamente por la siguiente fórmula:

$$ED = \frac{\sum c_i t_i}{8}$$

Siendo:

$c_i$ : Concentración i-ésima en (mg/m<sup>3</sup> ó ppm)

$t_i$ : el tiempo de exposición, en horas, asociado a cada valor  $c_i$

A efectos del cálculo de la ED de cualquier jornada laboral, la suma de los tiempos de la exposición que se han de considerar en el numerador de la forma anterior será igual a la duración real de la jornada en cuestión, expresada en horas.

Cuando se hayan obtenido varias muestras representativas de una misma situación de exposición (tarea, zona de trabajo), primero se tendrá que calcular la concentración promedio  $c_i$  correspondiente a dicha situación (que será el promedio ponderado respecto al tiempo de las concentraciones de cada muestra,  $c_j$ ) y, una vez obtenido su valor, éste se utilizará en la fórmula de la ED, es decir:

$$c_i = \frac{\sum c_n \cdot t_n}{8} \quad ED = \frac{\sum c_i \cdot t_i}{8}$$

Siendo:

$c_n, t_n$ : Concentraciones y tiempos correspondientes a cada muestra

$c_i, t_i$ : Concentraciones y tiempos correspondientes a cada situación de exposición.

- **Cálculo de la Exposición de la corta duración (EC)**

Es la concentración media del agente químico en la zona de la respiración del trabajador, medida o calculada para cualquier periodo de 15 minutos o a lo largo de la jornada laboral, excepto para aquellos agentes químicos para los que se especifique un periodo de referencia inferior, en la lista de Valores Límite.

Lo habitual es determinar las EC de interés, es decir, las del periodo o periodos de máxima exposición, tomando muestras de 15 minutos de duración en cada uno de ellos. De esta forma, las concentraciones obtenidas coincidirán con las EC buscadas.

No obstante, si el método de medición empleado, por ejemplo basado en un instrumento de lectura directa, proporciona varias concentraciones dentro de cada periodo de 15 minutos, la EC correspondiente se calculara aplicación la siguiente formula:

$$EC = \frac{\sum c_i t_i}{15}$$

Siendo:

ci: Concentración i-ésima dentro de cada periodo de 15 min (mg/m<sup>3</sup> ó ppm)

ti: el tiempo de exposición, en minutos, asociados a cada valor ci

La suma de los tiempos de exposición que se han de considerar en la fórmula anterior será igual a 15 minutos. El VLA-EC no debe ser superado por ninguna EC a lo largo de la jornada laboral.

Para los agentes químicos que tienen efectos agudos reconocidos pero cuyos principales efectos tóxicos son de naturaleza crónica, el VLA-EC constituye un complemento del VLA-ED y, por tanto, la exposición a estos agentes habrá de valorarse en relación con ambos límites.

- **Exposición semanal**

Para cualquier jornada, la ED debe respetar el VLA-ED correspondiente. Sin embargo, se acepta utilizar una base semanal de valoración si se cumplen las dos condiciones siguientes:

- Que se trate de un agente químico de largo periodo de inducción, es decir, capaz de producir efectos adversos para la salud sobre tras exposiciones repetidas a lo largo de meses o años.
- Que exista variaciones sistemáticas, esto es, derivadas de distintas situaciones de exposición, entre las ED de diferentes jornadas.

En este caso, se puede calcular la exposición semanal como media aritmética de las ED de una semana y considerar este valor como parámetro de exposición a comparar con el VLA-ED.

$$ES = \frac{\sum ED_i}{5}$$

- **Límites de desviación (LD)**

Valor límite complementario de los VLA para controlar exposiciones por encima del VLA-ED de aquellos agentes que no tiene VLA-EC.

Se establecen los siguientes límites:

**LD = 3 x VLA-ED** Para no más de un total de 30 minutos de una jornada laboral.

**LD = 5 x VLA-ED** Como valor máximo a no sobrepasar en ningún momento.

Si se mantienen las desviaciones de la exposición dentro de los límites establecidos, se considerará que la exposición está controlada; en caso contrario, será necesario implantar medidas correctoras para mejorar el control

- **Campo de aplicación de los VLA. Vía dérmica.**

Cuando un contaminante puede penetrar en el organismo por vía cutánea, sea por la manipulación directa (sólido, líquido) del mismo, sea a través del contacto de los gases vapores y nieblas con las partes desprotegidas de la piel y cuya aportación puede resultar significativa al contenido corporal total del trabajador. La medición de la concentración ambiental puede no ser suficiente para cuantificar la exposición global, por lo que es importante la utilización del control biológico.

En el caso de los agentes que aparecen señalados en la lista con la notación "vía dérmica". Esta indicación advierte de lo siguiente:

- Que la evaluación de la concentración ambiental puede no ser suficiente para estimar la exposición global.

- Que es necesario adoptar medidas preventivas para evitar la absorción cutánea, es decir, medidas que eviten el contacto de la piel o mucosas con dicho contaminante.

Para algunos agentes químicos la absorción por vía dérmica, tanto en estado líquido como en vapor puede ser muy elevada, pudiendo ser esta vía de entrada igual o de mayor importancia que la inhalatoria, en estas situaciones la utilización del control biológico es imprescindible para poder cuantificar la cantidad global absorbida de contaminante.

- **Índice de Exposición**

Para caracterizar la intensidad de la exposición se utiliza el Índice de Exposición, definido como la relación entre la exposición a un agente (E) y su correspondiente Valor Límite Ambiental (VLA):

$$I = \frac{E}{VLA} \left( \frac{ED}{VLA - ED} \right) \left( \frac{EC}{VLA - EC} \right)$$

Cuando existe exposición a varios agentes que ejercen la misma acción sobre el organismo, por defecto su efecto combinado se considera aditivo. En este caso, se considera un índice de exposición global que se calcula como la suma de índices de exposición para cada agente:

$$\sum I_i = \sum \frac{E_i}{VLA_i} = I_1 + I_2 + \dots + I_n$$

Para aplicarlo de una forma detallada deben conocerse los posibles efectos de las sustancias estudiadas, que se pueden obtener contrastando diversas fuentes de información (fichas toxicológicas, Enciclopedia de la O.I.T.). Algunas de estas fuentes las podemos encontrar en:

- “Fichas internacionales de seguridad química” (FISQ), disponibles en la web del INSST
- “Documentos de los TLV’s” de la ACGIH

- “NIOSH pocket Guide to Chemical Hazards” (NPG), del National Institute for Occupational Safety and Health de EE.UU.

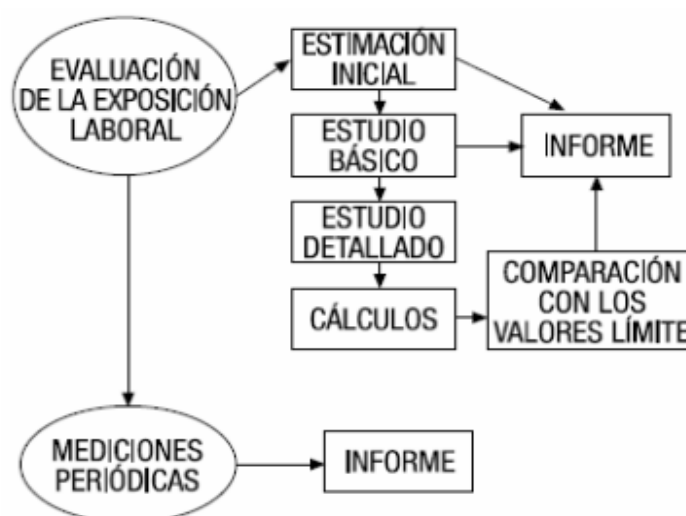
De forma general, se aplicará el efecto aditivo para COV, a falta de disponer de información sobre estos efectos y en última instancia se podría considerar un posible efecto aditivo de todos los agentes químicos presentes independientemente de su naturaleza y/o efectos.

#### 4.4 Elección del método de medición

En el apartado 5 del artículo 3 del Real Decreto 374/2001 se indica que *“la evaluación de riesgos derivados de la exposición por inhalación a un agente químico peligroso deberá incluir la medición de las concentraciones del agente en el aire, en la zona de respiración del trabajador, y su posterior comparación con el valor límite ambiental que corresponda”*

También se menciona que los procedimientos de medición a utilizar se establecerán siguiendo la normativa específica que sea de aplicación, en este caso la Guía Real Decreto 374/2001, de 6 de abril, sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo.

Para la evaluación de la exposición laboral mediante inhalación a agentes químicos, un esquema, según el **RD 374/2001**, el **procedimiento** a seguir es el siguiente:



- **Modelos simplificados o cualitativos de evaluación**

Los modelos simplificados de evaluación del riesgo por exposición a agentes químicos (riesgo higiénico) se utilizan para obtener una estimación inicial del riesgo y, en determinadas situaciones, permiten discriminar una situación aceptable de una situación no aceptable desde el punto de vista higiénico. También muestran su utilidad al evidenciar situaciones claras de riesgo, para las cuales pueden tomarse medidas preventivas sin necesidad de pasar a evaluar el riesgo de forma más exhaustiva, evitando costes innecesarios.

En los últimos años se han desarrollado muchos procedimientos simplificados, según el modelo empleado, permiten discriminar una situación de “riesgo leve” del resto de situaciones, tal y como menciona el artículo 3.3 del Real Decreto 374/2001. Las variables más frecuentemente utilizadas por este tipo de métodos son:

- La peligrosidad del agente químico.
- La frecuencia de exposición.
- La cantidad utilizada o presente.
- La volatilidad o la pulverulencia.
- La forma de uso.
- El tipo de medida preventiva de control

- **Estimación inicial**

Permite tener una primera idea de la posible exposición. El objeto es descartar la presencia del agente químico en el ambiente de trabajo o el contacto físico del individuo con él, o bien detectar exposiciones cuyo riesgo derivado no es admisible. Si, a partir de este estudio, no se pueden obtener conclusiones claras en cuanto a que la exposición está muy por debajo del límite o por encima del mismo, habría que continuar el estudio.

Entre las metodologías simplificadas que pueden constituir una buena ayuda para realizar la estimación inicial de riesgos por inhalación de químicos y determinar si es necesario recurrir a medidas correctoras, actualmente destacan dos procedimientos:

- El **modelo COSHH Essentials** elaborado por el Health & Safety Executive (HSE) del Reino Unido, que se apoya además en una amplia colección de fichas de control en función de la operación o el proceso evaluado. Se trata de un modelo para determinar la medida de control adecuado a la operación que se está evaluando para reducir hasta un nivel aceptable el riesgo por inhalación de agentes químicos.
  
- El desarrollado por el **modelo INRS** francés. Elaborado *por el Institut National de Recherche et de Sécurité* (INRS) de Francia, que establece, para cada variable, una serie de clases y una puntuación asociada para obtener, de este modo, un índice semicuantitativo que es el que indica el nivel de riesgo.
  
- **Modelo OIT**, está especialmente concebido para países en desarrollo, parte de la base del modelo COSHH Essentials y ya incorpora las frases H y orientación directa para pesticidas.

Debido a que en también se cuenta con la exposición dérmica por componentes tóxicos en los compuestos utilizados, es importante que en la evaluación de exposición a los agentes químicos se consideren metodologías específicas para dicha vía como son:

- **Modelo EASE** (Estimation and Assessment of Substance Exposure), se desarrolló en el Reino Unido en los años 1990s, basándose en un número muy limitado de estudio de adherencia del contaminante a las manos y a los antebrazos, cuenta con tres puntos clave en la evaluación de la exposición dérmica: el estado físico de la sustancia; El patrón de utilización y de control de la exposición de la sustancia; El nivel de contacto, ocasión, intermitente y amplio.
  
- El **modelo Riskofderm**, se desarrolló en el marco del proyecto Europeo del mismo nombre, como resultado del estudio de la peligrosidad intrínseca para la piel de los agentes químico y del análisis de las tareas que suponen una exposición dérmica.

- El **modelo DREAM** está basado fundamentalmente en el modelo conceptual de exposición dérmica ya que permite asegurar que todas las variables con mayor importancia en la exposición dérmica son tenidas en cuenta para una situación determinada. Consta de dos partes, la primera es una recopilación de información mediante cuestionario y la segunda es una estimación de la exposición de los trabajadores.

- **Estudio básico**

Habrá que recurrir al estudio básico para estimar la magnitud del riesgo a través de datos cuantitativos fiables y contrastables, con especial atención a las tareas de alto riesgo, cuando no se hayan obtenido conclusiones claras sobre la exposición respecto al valor límite en la etapa anterior o cuando existan compuestos cancerígenos, mutágenos, tóxicos para la reproducción o sensibilizante.

El estudio básico puede incluir mediciones de la concentración pero normalmente éstas no poseen representatividad estadística. Se restringe a la obtención de datos cuantitativos en la situación más desfavorable, mediciones dentro de la jornada sin que se asegure su representatividad, extrapolaciones en el tiempo a partir de mediciones anteriores y, especialmente, mediciones sobre los parámetros de funcionamiento de los sistemas de control de la exposición, etc.

- **Estudio detallado**

Solamente el estudio detallado es el que implica una evaluación cuantitativa de la exposición con mediciones personales estadísticamente representativas. La norma UNE-EN 689:2019+AC indica, en sus anexos, distintos procedimientos para llevar a cabo estas mediciones y su tratamiento estadístico con el objetivo de obtener la probabilidad de que se supere el valor límite para un agente en cuestión.

### **Método idóneo de medición para nuestra evaluación**

El método de medición elegido deberá proporcionar resultados fiables y válidos para el contaminante o grupo de contaminantes en cuestión y permitir comparar los resultados que se obtengan con los valores límite establecidos para tomar una decisión sobre el nivel de exposición. La evaluación se puede hacer conforme:

Para la elección también deberá considerarse si el laboratorio que va a efectuar el análisis dispone de la técnica instrumental y de los equipos necesarios, si tiene a punto el procedimiento analítico a aplicar y si tiene establecido algún sistema de aseguramiento de la calidad de sus resultados.

El procedimiento de medición y, concretamente, la estrategia de medición (el número, duración y oportunidad de las mediciones) y el método de medición (incluidos, en su caso, los requisitos exigibles a los instrumentos de medida) se establecerán siguiendo la normativa específica que sea de aplicación o, en ausencia de ésta, conforme a lo dispuesto en el artículo 5.3 del Reglamento de los Servicios de Prevención. Según este artículo 5.3, los criterios de aplicación son, y en este orden:

- a. Normas UNE
- b. Guías del INSST
- c. Normas internacionales
- d. Otras normas de reconocido prestigio.

#### **4.5 Evaluación de riesgos según Guía RD 374/2001**

Esta evaluación según la Guía al está basada en un real decreto por lo que es de obligado cumplimiento. Para la evaluación según la Guía RD 374/2001 será preciso tomar muestras que permitan conocer las siguientes concentraciones:

- Concentración Media para la exposición diaria (ED) para su comparación con su VLA ED.
- Concentración máxima para la corta exposición (EC) para su comparación con su VLA EC.

En el caso de existir ambos valores límites (VLA ED y VLA EC), el muestreo se diseñará en función del tipo de exposición (duración e intensidad). La prioridad, en casos de exposiciones prolongadas durante la jornada de trabajo, siempre vendrá dada por la existencia de valor límite de ED, salvo que se detecten situaciones de sobreexposiciones puntuales (en tal circunstancia habrá que valorar asimismo la conformidad con respecto al VLA-EC). En caso de que el agente no cuente con VLA EC, se deberá comprobar que se respetan los Límites de desviación (LD).

El muestreo debe organizarse de manera que los datos sean representativos de las tareas identificadas para periodos conocidos. Para la valoración de la EC/LD, se deberán tomar las muestras de EC que se correspondan con los momentos identificados como de posible exposición aguda; por ejemplo: realización de la mezcla, vaciado, limpieza, etc.

## DURACIÓN

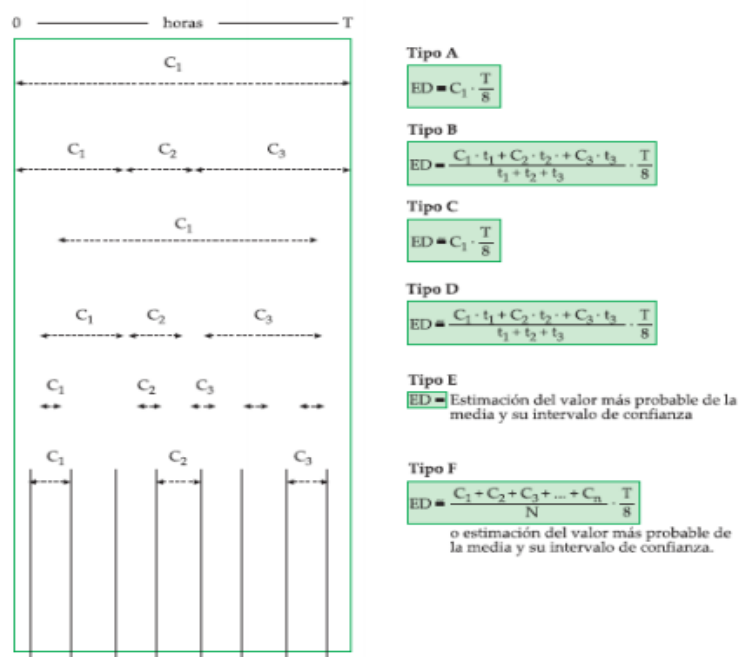
Respecto a esta cuestión, la duración cada una de las muestras se marca en función de la operación o fase del trabajo, variabilidad de la exposición a químicos con el tiempo, posibles picos, etc., siempre intentado que este dentro del rango de trabajo del método de análisis y por encima del límite de detección y/o de cuantificación.

## TIPOS DE MUESTRAS

La concentración media ponderada correspondiente a una jornada de trabajo se puede obtener midiendo durante la duración total de la jornada laboral o estimándola a partir de mediciones de duración inferior.

Los resultados deben ser representativos de la exposición, esto significa que las concentraciones halladas deben corresponderse con las que existen en el puesto de trabajo. Para ello se definen diferentes formas de realizar la medición.

En la figura que se muestra a continuación se esquematizan varios modelos de planificación de las mediciones para obtener el valor de la concentración media de una jornada.



Los modelos tipo A y B suponen la toma de muestras durante la totalidad de la jornada laboral. Ambos son preferibles a cualquier otro, dado que aportan mayor información sobre la exposición.

- El **tipo A**, supone la toma de una muestra de duración igual al periodo de exposición.
- El **tipo B**, implica cubrir el periodo de exposición con dos o más muestras consecutivas. Este tipo de muestreo es el más recomendable pues permite detectar mejor, en su caso, la contaminación accidental de una muestra y las variaciones de la concentración durante la exposición.
- Modelos **tipo C y D**, suponen muestrear parte del tiempo total de exposición de la jornada (entre 70% y el 80% de la jornada) suponiendo que la concentración media del periodo muestreado sea extrapolable a la de la totalidad de la exposición. Como en el caso anterior, el muestreo tipo C se refiere a una sola muestra y el tipo D, a varias consecutivas.

La diferencia sustancial de estos tipos con los anteriores es que los modelos A y B la duración de los periodos muestreados coincide con la duración diaria de la exposición, mientras que en los modelos C y D los periodos muestreados son más cortos que la duración diaria de la exposición. Para que estos tipos de muestreo (C y D) sean representativos de la exposición diaria es necesario que durante el periodo de tiempo no muestreado las condiciones sean similares a las del periodo muestreado.

En cualquier caso el resultado de los muestreos tipo A, B, C o D es la concentración media ponderada durante el periodo diario de exposición. El valor de ED, deducido a partir de la concentración media ponderada durante el periodo de exposición y la duración de este periodo, se compara con el valor límite VLA-ED.

- El **tipo E**, se basa en tomar muestras de igual duración, repartidas de forma aleatoria durante la jornada laboral. El tratamiento estadístico de los resultados permite estimar el valor más probable de la media del periodo de exposición y se obtiene a partir del valor de la media geométrica de los resultados, corrigiéndola con un factor que es función del número de muestras y de la desviación estándar geométrica de los resultados.

- El **tipo F**, se basa en un muestreo de ciclos de trabajo, que es el conjunto de tareas consecutivas que se repiten cíclicamente constituyendo el trabajo del individuo durante la jornada. Teóricamente la concentración media de un ciclo de trabajo debe aproximarse a la concentración media de la exposición. El periodo de muestreo abarca ciclos completos que comienzan y terminan durante la exposición de la jornada. La concentración media de los ciclos de duración mayor de una jornada (varios turnos o días) no debería ser comparada con el VLA-ED.

## VALORACION DE LA EXPOSICION SEGÚN LA GUÍA 374/2001

De acuerdo con los criterios establecidos en la Guía Técnica del R.D. 374/2001 se establecen tres categorías de riesgo, independientemente de la sistemática seguida para su valoración:

- **Exposición aceptable:** Significa que la exposición observada es de una magnitud tan pequeña que es muy improbable que la exposición observada supere el Valor Límite, tanto en el periodo de tiempo en que se ha realizado la evaluación como en el futuro. En estas condiciones se considera la situación como aceptable mientras no haya cambios que puedan modificar la exposición.
- **Exposición inaceptable:** A esta conclusión puede llegarse bien porque las mediciones realizadas muestran que se superan los valores límites aplicables o bien porque, aunque no se hayan obtenido resultados superiores a los valores límite, la exposición medida es de tal magnitud que resulta probable que se superen los valores límite en algunas ocasiones no medidas directamente. En estas condiciones se considera la situación como no aceptable, y lógicamente, se deberá proceder a su corrección mediante la implantación de las medidas técnicas organizativas, que se consideren necesarias.
- **Indeterminación:** Significa que la exposición observada es tal que no permite alcanzar ninguna de las dos conclusiones anteriores. Es decir, los resultados obtenidos en las mediciones no superan los valores límite pero no permiten concluir con una fiabilidad aceptable si se superarán o no en el futuro.

En caso de tener que valorar a partir de mediciones en una sola jornada, con un único índice de exposición, que es el caso más común, se pretende llegar a una conclusión con la determinación de los índices de exposición tras la realización de mediciones en una única jornada. Se concluye sobre la exposición y se determinan las acciones necesarias en base al resultado de una única jornada de medición, según índice de exposición obtenido.

La valoración del riesgo se realizará conforme a la siguiente matriz:

| Exposición      | ED                   | EC                                            |
|-----------------|----------------------|-----------------------------------------------|
| Aceptable       | $I \leq 0,1$ (*)     | $(EC_{\text{máx}} / VLA-EC) \leq 0,5$ (*)     |
| Inaceptable     | $I > 1$ (*)          | $(EC_{\text{máx}} / VLA-EC) > 1$ (*)          |
| Indeterminación | $0,1 < I \leq 1$ (*) | $0,5 < (EC_{\text{máx}} / VLA-EC) \leq 1$ (*) |

La valoración de la exposición de corta duración es aplicable a aquellos casos en que se puede identificar el periodo de mayor exposición,  $EC_{\text{máx}}$ , y se ha muestreado cuando presumiblemente se dan las condiciones más desfavorables.

## MEDIDAS PREVENTIVAS CONFORME A LA MEDICIÓN

### • Medidas preventivas (comparación con la VLA ED)

Las medidas preventivas a adoptar serían según la exposición:

- **Exposición aceptable.** Formación e información. Comprobar y asegurar que las condiciones se mantienen (controles periódicos de equipos de trabajo, sistemas de control, parámetros de proceso, etc.).
- **Exposición inaceptable.** Medidas correctoras técnicas, organizativas, etc. Formación e información. EPIs. Mediciones de comprobación una vez implantadas las acciones correctoras.
- **Indeterminación.** Medidas preventivas de mejora, si no existieran medidas técnicas de control deberían implantarse (ventilación general, extracción localizada). Formación e información. Control de la exposición mediante mediciones periódicas.

- **Medidas preventivas (comparación con VLA EC)**

Las medidas preventivas a adoptar serían según la exposición:

- **Exposición aceptable.** Formación e información. Comprobar y asegurar que las condiciones se mantienen (controles periódicos de equipos de trabajo, sistemas de control, parámetros de proceso, etc.).
- **Exposición inaceptable.** Medidas correctoras técnicas, organizativas, etc. Formación e información. EPIs. Mediciones de comprobación una vez implantadas las acciones correctoras.
- **Indeterminación.** En esta situación puede optarse por la aplicación de medidas preventivas de mejora (ventilación general, extracción localizada, formación e información, etc.) o bien el establecimiento de un sistema de control a través de mediciones periódicos.

- **Medidas preventivas particulares**

En el caso de exposiciones a agentes sensibilizantes, cancerígenos, mutágenos o tóxicos para la reproducción, deben tomarse siempre todas las medidas preventivas específicas razonablemente factibles con objeto de reducir el riesgo al mínimo posible, ya que para estos agentes no existen exposiciones “seguras” (aunque exista un Valor Límite Ambiental orientativo). Es decir, en estos casos es necesario hacer una valoración de las medidas dispuestas por la empresa para concluir si es necesaria o no alguna medida preventiva adicional.

- **Mediciones periódicas**

En caso de comparación VLA-EC y VLA-ED

| <i>Índice de exposición</i> | <i>Programa de mediciones periódicas</i> |
|-----------------------------|------------------------------------------|
| $0,1 < I \leq 0,25$         | 64 semanas                               |
| $0,25 < I \leq 0,5$         | 32 semanas                               |
| $0,5 < I \leq 1^*$          | 16 semanas                               |
|                             | EC                                       |

VLA-EC

VLA-

EC

\* Si  $I > 1$ , se supera el límite de exposición y deben implantarse medidas correctoras.

## 5. MEDIDAS PREVENTIVAS

Identificados los factores de riesgo y conforme al art. 15 de la Ley 31/95 de Prevención de Riesgos Laborales, deben adoptarse medidas preventivas dirigidas a evitar el riesgo. Cuando esto no sea posible se deberán implementar medidas preventivas tendentes a reducir el riesgo que garanticen unos niveles adecuados de protección de la salud de los trabajadores.

La manera más efectiva de minimizar riesgos, y que estos no afecten a la salud es prevenirlos, para que esto es necesario observar estrictamente las normas de seguridad, utilizar correctamente las medidas de protección individual y realizar la aplicación de manera que no afecte ni a la salud pública ni al medio ambiente.

Como hemos visto según el método de evaluación de la Guía 374/2001, se proponen medidas preventivas conforme a la medición. Por otro lado, en este apartado del TFM se proponen medidas preventivas según el área de actuación, para ello se debe seguir las siguientes áreas de actuación:

FOCO → MEDIO → RECEPTOR

En medida que sea posible primero actuaremos sobre el foco, es decir, en los casos en los que se pueda evitar el riesgo sustituyendo el producto directamente. Si la sustitución no es posible actuaremos en el medio y en último lugar implantaremos medidas preventivas en el propio receptor, con el fin de reducir el riesgo.

### ➤ **Foco: Medidas preventivas de eliminación del riesgo**

La medida preventiva para evitar el riesgo que supone la utilización de fitosanitarios en la aplicación de plaguicidas es la utilización de métodos no químicos para dicho problema. Estos son métodos de control de plagas basados en técnicas agronómicas o en métodos físicos, biotécnicas o biológicos, como los que se mencionan a continuación:

- **Técnicas de jardinería:** utilizando dosis de siembra adecuado minimizando el laboreo y siempre manteniéndolo saneado y limpio. También se puede optar por utilizar variedades más resistentes o tolerantes, utilizar prácticas de fertilización, enmienda de suelos, riegos y drenajes equilibrados. Es importante utilizar la

prevención para la propagación de organismos nocivos por ejemplo manteniendo limpios los instrumentos y herramientas y en último lugar proteger los organismos beneficiosos.

- **Métodos físicos:** realizar la recogida manual de las partes de las plantas afectadas por plagas y su posterior destrucción, la quema de la madera de poda y la retirada manual de las malas hierbas. Utilizar la solarización el vapor de agua o el calor puede desinfectar suelos así como el uso de llamas antihierba o cubrir el suelo con materiales inertes.
- **Lucha biológica:** esta técnica consiste en la utilización de organismos vivos o de sus productos tales como:
  - Feromonas: producto químico emitido al exterior por un animal que provoca una respuesta en otro de la misma especie.
  - Entomófagos: artrópodos depredadores o parásitos que controlan a otros artrópodos.
  - Reguladores del crecimiento: sustancias que producen cambios en el desarrollo del organismo.
  - Microorganismos antagónicos: fundamentalmente hongos o bacterias que controlan a otros microorganismos.

#### ➤ **Medio: Medidas de reducción y control del riesgo**

En primer lugar hablaremos de la posibilidad de **utilizar productos fitosanitarios autorizados de menor peligrosidad**. Cuando seleccionamos el producto que vamos a utilizar se debe de considerar tanto su peligrosidad intrínseca como la forma de presentación.

Si hablamos de los medios de aplicación una medida preventiva sería **usar métodos alterativos**, cuando sean aplicaciones a terrenos de grandes dimensiones se utilizarán equipos mecánicos con cabina en el puesto de conducción (pulverizadores hidráulicos autopropulsados o suspendidos en tractores), la cabina debe tener aire acondicionado y filtros de retención para que no entre el aire contaminado.

En este Trabajo Final de Máster tratamos los plaguicidas aplicados con **mochilas manuales**, por lo que vamos a hablar más detalladamente este método de aplicación y de las características que deben reunir para minimizar la exposición del trabajador. Es

recomendable que los materiales con los que se fabrica los componentes de la mochila sean resistentes a la corrosión por los fitosanitarios, esto evitara escapes y que el producto pueda entrar en contacto con el trabajador.

La mochila no debe exceder el peso de 25 kg después de estar llena en su total capacidad. La boca del depósito debe tener un diámetro no inferior a 100 mm para que su llenado sea más fácil. No se pueden producir fugas ni por la tapa del depósito ni en el orificio de respiración aunque se puedan producir sacudidas.

La parte de la mochila que el trabajador lleva en contacto con su espalda debe de tener un diseño ergonómico que permita la correcta fijación del equipo. Las correas de sujeción convienen que sea de un material que no absorba el producto, tendrá anchura mínima de 30 mm y una de las correas, al menos, tendrá en el extremo un sistema de fijación rápida para facilitar las operaciones de carga y descarga.

Ahora hablaremos de la palanca de accionamiento de la bomba que debe tener una longitud mínima de 400 mm y se puede montar indistintamente a ambos lados del pulverizador y en el extremo que queda libre estará la empuñadura firmemente fijada. Por otro lado tenemos la lanza que debe medir como mínimo 500 mm (entre el punto de conexión a la manguera y la boquilla), esta incorporara una válvula de control on-off de la pulverización que requiera un accionamiento continuo para su funcionamiento y que no se pueda producir de manera involuntaria. De manera complementaria para que las presiones que se utilicen sean las adecuadas es recomendable que sobre la lanza de pulverización lleve un dispositivo para la regulación de la presión y un indicador de dicha presión en el que la lectura sea clara y sencilla.

En el conjunto del equipo dispone de algunos accesorios como, un protector tipo sombrero para reducir o evitar la deriva y así la contaminación fuera de la zona a tratar. El diseño del depósito y su conducto debe permitir el total vaciado y así evitar la acumulación de residuos.

El equipo debe tener filtros suficientes para retener partículas gruesas o no disueltas en la boca de llenado del depósito, la tubería de aspiración y el portaboquillas que va colocado en el extremo de la lanza. La limpieza de estos filtros se tiene que poder realizar con facilidad y sin que haya riesgo de contaminación para el trabajador. En resumen todos los componentes de la mochila serán fáciles de limpiar, recambiar y mantener evitando en todo caso el contacto de las partes contaminadas con el trabajador. En la imagen que se encuentra a continuación se muestra un ejemplo de mochila con sus diferentes partes indicadas:



Todos los equipos de aplicación vendrán con el manual de instrucciones proporcionado por el fabricante en el cual estarán detalladas las operaciones de **mantenimiento**, estas siempre estarán registradas para llevar un control detallado de las revisiones de los equipos.

A continuación se detallara los aspectos a tener en cuenta en el procedimiento de trabajo correcto, detallando las **medidas preventivas en cada fase del proceso**.

- **Actuaciones iniciales**

En primer lugar hay que comprobar que las condiciones climáticas son adecuadas para realizar el trabajo, momentos de viento en calma, evitar días de lluvia o excesivamente calurosos. Justo después se comprobara el buen estado y correcto funcionamiento del equipo de aplicación asegurando que no existen fugas.

Se debe elegir el producto adecuado para la plaga que se pretende combatir y delimitar la zona en la que se va a aplicar. Es importante leer la etiqueta del producto fitosanitario y el manual de instrucciones del equipo de aplicaciones para tener toda la información necesaria y así seleccionar los accesorios correctos y en el caso de que la información suministrada no sea suficiente se recurrirá a la literatura técnica.

Tener claro los equipos de protección individual necesarios para la realización del trabajo es fundamental y recurrir a las fuentes de información en caso de duda o desconocimiento.

Previo a la preparación del caldo hay que hacer una serie de cálculos como son, la cantidad de producto fitosanitarios y agua que se tienen que añadir en la mochila, la cantidad de caldo que aporta la mochila por unidad de superficie, estos cálculos se realizan a partir de las dosis establecidas en la etiqueta del producto y calibrando la mochila conforme a la información del manual de instrucciones. Para este paso se debe disponer siempre de los instrumentos de medida al alcance como jarras graduadas, embudos, balanzas y contar con sistemas que puedan controlar el llenado del depósito evitando el derrame.

- **Preparación del caldo**

Es esencial tener en cuenta que en esta parte del proceso las operaciones con los productos fitosanitarios se hacen en concentrados que en el caso de contacto sería aún más peligrosos por lo que las prevenciones se extreman.

Lo primero que hará el trabajador es colocarse los equipos de protección individual adecuados y ajustarlos debidamente, a continuación adicionara al depósito la mitad del agua, incorporara el producto y añadirá después el resto de agua, hasta que la mezcla sea homogénea. La mezcla no se realiza antes de la incorporación al depósito salvo que la correcta utilización de los mismos lo requiera, como por ejemplo en el caso de polvos que se recomienda mezclar en una cantidad reducida de agua agitando hasta la desaparición de grumos y la consecución de una gran homogeneidad.

Si durante la preparación de la mezcla se vacía algún envase de producto fitosanitario el procedimiento es enjuagar tres veces y las aguas resultantes se verterán en el depósito de la mochila.

Durante el transporte de debe separar los productos fitosanitarios de las personas, animales o productos de consumo y sujetarlos para evitar roturas o vertidos. Durante todo el proceso los productos permanecerán en todo momento cerrados excepto en el momento preciso extracción para realizar la mezcla. Las operaciones de carga y mezcla se realizaran inmediatamente antes de la aplicación en lugares abiertos, de espaldas al viento o en lugares bien ventilados.

En caso de producirse un derramen de producto fitosanitario, se recogerá a la mayor brevedad con la protección adecuada y se limpiara la zona contaminada.

- **Aplicación**

En este punto se llevara a cabo la propia tarea de aplicación del plaguicida, primero se acotara la zona en la que se va a realizar el trabajo debidamente señalizado. Como ya se mencionó anteriormente las condiciones climáticas son importantes y la aplicación se realizada en todo momento de espaldas al viento para que este no arrastre la nube de caldo pulverizado hacia el trabajador y evitando pisar la zona tratada.

En el caso de quedar caldo sobrante, se diluirá y pulverizara sobre el terreno tratado, en ningún caso sobre cursos de agua o sus proximidades.

Cuando la aplicación termine, el trabajador se alejara de la zona tratada lo antes posible, siempre tomando las medidas oportunas para evitar que otras personas puedan verse expuestas al producto fitosanitario.

En el caso de producirse obstrucciones de las boquillas, no se debe soplar para desatascarlas. Se cambiara la boquilla o se limpiara con los instrumentos adecuados y en ninguna circunstancia se llevara a la boca cualquier material que pueda estar contaminado.

- **Después del tratamiento**

Para terminar con el proceso, una vez aplicado el plaguicida viene el tratamiento posterior en el cual se adoptaran las medidas necesarias para garantizar la salud de las personas usuarias de las zonas tratadas, como señalización o restricción de acceso durante el periodo de seguridad.

Respecto a la limpieza, la mochila y el resto de útiles se limpiaran lo antes posible y se guardaran hasta la próxima aplicación, en el caso de la mochila se verterá agua en el depósito y se forzara su paso por todo el circuito y tras el lavado se dejara con el deposito abierto para que se seque el interior.

Todos los materiales gastados se gestionaran como residuos peligroso y la empresa deberá tener un protocolo de procedimiento para ello, establecido siempre conforme la normativa que le sea de aplicación.

El último punto a tratar sobre las medidas aplicadas al medio son las **medidas de higiene personal**, el trabajador se quitara los equipos de protección y procederá a su aseo personal al terminar su trabajo es necesario ducharse y cambiarse de ropa y en caso de no ser posible hacerlo de inmediato, siempre se lavara las manos, la cara y el resto de piel que haya podido estar más expuesta. La ducha antes de abandonar el trabajo se realizara en las instalaciones higiénicas de la empresa, algunas consideraciones que se deben tener en cuenta además son:

- No se debe comer, beber o fumar en ningún momento.
- No se utilizaran lentillas.
- Es aconsejable disponer de un lavaojos portátil por si ocurren accidentes.
- La ropa de trabajo y los equipos de protección individual se guardaran separadamente.
- El lavado de la ropa contaminada se llevar a cabo separadamente del resto de la ropa.

#### ➤ **Receptor: Medidas de protección individual del trabajador**

En este punto vamos a desarrollar los equipos de protección individual (EPI) que los trabajadores deben utilizar y sus detalles. En primer lugar es el empresario el que debe proporcionarlos a los trabajadores atendiendo a las características específicas de sus puestos como se especifica en la evaluación de riesgos. A la hora de determinar estas características el personal evaluador deberá de tener en cuenta, entre otros aspectos, las especificaciones que figuran en el apartado de Controles de exposición / protección personal de la ficha de datos de seguridad de los fitosanitarios que los trabajadores vayan a utilizar. Pese a todo esto, vamos a exponer unas especificaciones con carácter general:

- Todos los EPIs deberán disponer del **marcado CE** conforme a la normativa de comercialización. La marca CE puede ser de categoría I, II o III, en el caso de EPI de categoría III, ira seguido de un número que identifica al Organismo Notificado responsable del control de la producción. Cada prenda de la ropa de protección debe ir marcada la información que aquí se indica independientemente del marcado específico asociado a la protección que proporciona. El marcado suele ir sobre la propia ropa o en una etiqueta cosida y debe ser visible, legible y duradero teniendo en cuenta los procesos de limpieza.

- Los EPIs también llevarán un **folleto informativo**, al menos en castellano, a disposición de los trabajadores, en el que se especifiquen los niveles de protección ofrecidos por el equipo y como debe realizarse el mantenimiento, las sustituciones o la caducidad. Deberá indicarse el número de la norma, es decir UNE-EN 340, y el año de publicación, también los números correspondientes los niveles de prestación, letras o cualquier otro tipo de información que acompaña al pictograma deben aparecer en el orden indicado en la norma especificada aplicada, así como todos los constituyentes principales de todas las capas de ropa de protección describiendo sus materiales y disposición. Y lo más impórtate las instrucciones de uso de los mismos.

- En esta situación de trabajo que estamos analizando será necesario utilizar EPI de **protección frente a riesgo químicos** para las siguientes partes del cuerpo: cara/ojos, cabeza, cuerpo, manos y pies. A continuación se va a desarrollar más detenidamente estos medios de protección personal.

El rango de los niveles de prestación de los EPIs va de 0 a 4, 5 o 6. El nivel 0 implica que el resultado está por debajo del valor mínimo establecido par el riesgo dado mientras que 4, 5, 6 representa el mayor valor posible y por tanto el más efectivo. Los procedimientos de certificación de la ropa de protección suele aplicarse la norma UNE-EN-340. Ropa de protección. Requisitos generales. Los requisitos establecidos en ella definen las características, de carácter general, que debe tener toda la ropa de protección independientemente del riesgo específico frente l que proteja, esta norma UNE nunca debe usarse sola, siempre en combinación con alguna de las normas específicas.

Los requisitos de la ropa de protección química se han definido en las normas técnicas, en base al estado físico del producto químico (sólido, líquido, gas), la cantidad de producto que pueda llegar al cuerpo o a una zona concreta de éste y a la probabilidad de que se produzca una contaminación.

De forma más detallada a continuación se va a especificar como va a ser la protección de las diferentes partes del cuerpo expuestas a sustancias químicas.

- **Protección de las manos**

Los trabajadores tienen que llevar guantes de protección frente a productos químicos, serán de un material impermeable a los productos fitosanitarios que se manipulen, preferentemente sin costuras y en caso de que las tengan estarán recubiertas de forma que también cumplan el requisito de impermeabilidad. Es aconsejable que sean de puño tan largo como sea posible y longitud mínima de 30 cm. El espesor también será el mayor posible teniendo en cuenta la destreza que requiera la tarea.

Teniendo en cuenta los productos fitosanitarios autorizados a utilizar en el tratamiento de plaguicidas en parques y jardines, se concluye que los guantes apropiados son los que no tenga soporte textil, los que se podrán utilizar son por ejemplo los fabricados con neopreno o nitrilo, o también materiales como butilo y vitón, los que se muestran en la siguiente imagen son de nitrilo:



A la hora de elegir el guante es imprescindible buscar en estos el pictograma que debe aparecer en el marcado del guante de protección química, que se muestra a continuación, nos indica que este es válido para ser usado con productos químicos, en nuestro caso fitosanitarios.



Además del material de los guantes, a la hora de seleccionar un tipo habrá que tener en cuenta el nivel de protección con el tiempo de uso, la clasificación sería la siguiente:

- **Guantes de nivel 5** o superior, cuando el tiempo de paso sea superior a 240 minutos, estos serán adecuados para contactos prolongados o frecuentemente repetidos.
- **Guantes de nivel 3** o superior, son recomendados para contactos breves y que su tiempo de paso sea superior a 60 minutos.

Para concluir este apartado sobre los **guantes** protección se van a dar unas directrices sobre el uso correcto de los mismos, ya que después de saber cuáles son los apropiados para el trabajo con fitosanitarios, hay que saber el modo de usarlos con las siguientes anotaciones:

- Lavar y secar bien las manos antes de poner los guantes.
- Verificar que son de la talla correcta y que están en perfectas condiciones y muy importante que son del tipo correcto para el trabajo a realizar.
- Colocar los puños de los guantes debajo de las mangas del traje.
- El tiempo de uso debe ser menor que el tiempo de paso que corresponda al nivel de prestación indicado en el folleto informativo.
- Antes de quitarse los guantes, se lavarán evitando cualquier contacto directo con la piel. Se quitarán tirando de las puntas de los dedos sin volverlos del revés.
- Tras la retirada se colocarán en un lugar adecuado y se lavarán y secarán las manos.

- **Protección de los ojos y cara**

Para proteger los ojos y la cara el trabajador debe de llevar puestas gafas o pantallas de protección, si por la clase de exposición y modo de presentación del contaminante se precisa garantizar cierta hermeticidad, se utilizarán gafas de montura integral para riesgos por gotas de líquido o gases y partículas de polvo finas, como las de la siguiente imagen:



Pero para las tareas de trasvase de fitosanitarios en estado líquido habrá que recurrir al uso de pantallas de protección facial, un ejemplo seria como la siguiente.



- **Protección vías respiratorias**

Para proteger las vías respiratorias será suficiente con utilizar filtros frente a partículas, pero no será de forma generalizada, puesto que durante la manipulación de las formulaciones concentradas líquidas y las aplicaciones mediante pulverización, no siempre se puede descartar la presencia significativa en el ambiente en forma de vapor de alguno de los componentes del productos fitosanitario, por eso, en estos casos, el filtro que se utilice además de proteger frente a partículas, también debe proporcionar protección específica contra gases y vapores.

Para el trabajo que estamos analizando de aplicación de plaguicidas en jardín utilizando mochila manual es adecuado el uso de un adaptador facial con filtro combinado contra partículas y vapores **A2P2, A2B2P2 o A2B2P3** siempre que no se pueda descartar la presencia significativa de vapores en el ambiente, la diferencia entre los tipos de filtros que se ajustan al adaptador facial es:

- **A2P2:** este filtro protege frente a gases y vapores orgánicos y frente a partículas sólidas y líquidas. Se trata de un filtro reutilizable, es decir para más de un turno de trabajo.
- **A2B2P2:** filtro diseñado para la conexión roscada estándar de acuerdo a la EN148-1. Protege contra gases y vapores de compuestos orgánicos con punto de ebullición mayor a 65°, gases y vapores inorgánicos y partículas.
- **A2B2P3:** se utiliza para la protección contra gases tóxicos de tipo A y B, de acuerdo con la norma EN 141:2000, o de gases y vapores orgánicos e inorgánicos y contra el polvo y partículas tóxicas, aerosoles sólidos o líquidos, según la norma EN 143.

Los filtros frente a gases son específicos para los contaminantes, así se encuentran filtros frente a gases y vapores orgánicos, gases y vapores inorgánicos, dióxido de azufre y gases ácidos, amoníaco, óxidos de nitrógeno y mercurio, además de filtros para gases específicos. Los filtros contra gases y vapores se clasifican, según las normas europeas en: clase 1, clase 2 y clase 3, según sean de eficacia baja, media o alta. En la siguiente tabla se muestra la codificación de los equipos filtrantes según su campo de aplicación.

| Campo de aplicación                                                            | Tipo de filtro | Clase    | Código de color | Comentarios                 |
|--------------------------------------------------------------------------------|----------------|----------|-----------------|-----------------------------|
| Gases y vapores de compuestos orgánicos de punto de ebullición superior a 65°C | A              | 1, 2 o 3 |                 |                             |
| Gases y vapores de compuestos orgánicos de punto de ebullición ≤ 65°C          | AX             | -        |                 | No reutilizable (uso único) |
| Gases y vapores inorgánicos                                                    | B              | 1, 2 o 3 |                 |                             |
| Dióxido de azufre y otros gases y vapores ácidos                               | E              | 1, 2 o 3 |                 |                             |
| Amoníaco y derivados orgánicos del amoníaco                                    | K              | 1, 2 o 3 |                 |                             |
| Mercurio                                                                       | Hg-P           | -        |                 | Duración máxima de uso: 50h |
|                                                                                |                |          |                 |                             |

|                             |       |          |  |                             |
|-----------------------------|-------|----------|--|-----------------------------|
| Gases nitrosos              | NO-1p | -        |  | No reutilizable (uso único) |
| Gases y vapores específicos | SX    | -        |  |                             |
| Partículas                  | P     | 1, 2 o 3 |  |                             |

Fuente: Prevención de Riesgos durante el uso de producto fitosanitarios, publicado por el INSST en 2017

En caso de si poder descartar esta presencia de vapores, el filtro a utilizar podría ser un filtro contra partículas **P2 o P3** (a continuación se definirán), esta información para decantarnos por uno u otro vendrá reflejada en la ficha de datos de seguridad y en la imagen de más abajo se muestra un ejemplo.

- **Filtro P2:** este nivel indica un filtro para partículas de eficacia media
- **Filtro P3:** esta clasificación indica que el filtro es de alta eficiencia de acuerdo a la Norma Europea EN 143:2000, la cual certifica que retiene sobre el 99,95% de las partículas existentes en el ambiente.



En caso de ser necesario el uso a la vez de equipos de protección respiratoria y ocular como sería el presente, debemos asegurarnos previamente la compatibilidad entre ellos para garantizar la hermeticidad.

- **Protección de la cabeza y el cuerpo**

La ropa de protección química se divide de forma ordenada para determinar el nivel de protección requerido, en función del tipo de exposición, la clasificación es la siguiente de forma resumida según la NTP 929:

- Los trajes **Tipo 1 o 2** son trajes que protegen el cuerpo completo cuando el producto químico se encuentra en forma de gases o vapores, esta reglado por la norma UNE EN 943-1. Los Tipo 1 tiene todas sus costuras y uniones herméticas así como las conexiones con los demás accesorios, sim embargo los Tipo 2 ofrece protección únicamente a la presión positiva que impide la entrada de contaminantes desde el exterior y no a la hermeticidad de unciones y costuras. Su material es resistente a la permeación de los productos químicos. Según el equipo de protección respiratoria que debe usarse puede ir usarse dentro o fuera del traje, la elección de uno u otro depende de la actividad a realizar.
- Los trajes de protección de **Tipo 5** son trajes contra partículas o fibras solidas en suspensión, esta reglados por la Norma UNE EN 13942-1. En estos trajes su hermeticidad se valora a través de un ensayo que determina la resistencia a la entrada de un aerosol de partículas finas. Por lo general se trata de trajes desechables y con son recomendados para actividades como las de exposición al amianto.
- Los trajes de protección **Tipo 3** están destinados a situaciones tales como las que podrían darse en plantas químicas que transportan ácidos, con probabilidad de protecciones accidentales. Las uniones del traje están protegidas para evitar la entrada de líquidos con presión y deben seguir lo recogido en la norma UNE EN 14605.
- Los trajes **Tipo 4** están destinados a situaciones con exposición a finas partículas de líquidos pulverizados, se encuentra recogido en la norma UNE EN 14605. Como sería nuestro caso estudiado de la aplicación de productos fitosanitarios en agricultura o jardinería, en las que el cuerpo entero está en contacto con el producto.
- Los trajes de protección de **Tipo 6**, fundamentados en la norma UNE EN 13034 son los que ofrecen el nivel más bajo de protección química para el cuerpo entero, esto es porque con los químicos que se trabaja tienen una peligrosidad baja, y en caso de un accidente las tareas les permiten actuar a tiempo de manera adecuada una vez contaminada la ropa.

La norma EN ISO 27065 elaborada específicamente para contemplar los requisitos de la ropa de protección para operarios expuestos a plaguicida, esta norma presenta una ventaja considerable frente a las normas de ropa protección químicas expuesta anteriormente, que resumidamente son las siguientes:

- Esta elaborada específicamente para los operarios que manipulan productos fitosanitarios e incluye en su campo de aplicación ropa para tareas de aplicación, de mezcla y carga así como para operaciones de reentrada.
- Contempla tanto la ropa de protección completa como prendas de protección parcial como manguitos, pantalones, chaquetas, delantales y otros accesorios para colocar bajo la mochila de aplicación.
- Los ensayos del material se realizan con un único producto químico, una formulación de pendimetalina, ya sea concentrada o diluida al 5%.
- Incluye tres niveles de protección creciente, C1, C2, y C3, en una misma norma, de forma que se convierte en una única norma de referencia para la ropa de protección frente a productos fitosanitarios.

Durante la consecución de la tarea el trabajador debe llevar en todo momento ropa de protección química de nivel C2 o C3, siendo de 1 a 3 los niveles de protección en orden creciente, un C3 sería el adecuado para las exposiciones más peligrosas, como es el ejemplo de traje que se muestra en la imagen a continuación.



En ciertas ocasiones se recomienda el uso de ropa de protección parcial, para completar la protección ofrecida por un traje de nivel C1 o bien para usarla cuando se prevea exposición de una sola parte del cuerpo, por ejemplo en el caso de cuando se realiza la mezcla colocar un delantal.

En la ropa debe aparecer el siguiente pictograma que indica el nivel de protección, pudiendo ser C1, C2 o C3:



- **Protección de los pies**

El calzado de protección química indicado son las botas de uso profesional de clasificación II, que puede ser de caucho o PVC (en la imagen inferior se muestran un ejemplo de botas de PCV). El calzado de cuero o textil no será adecuado ya que puede absorber parte del producto y posteriormente no podrá ser descontaminado.



En los casos que sean conveniente se utilizara calzado resistente a productos químicos específicos, todo esto además de que el calzado deberá ofrecer protección frente a otros riesgos presentes en el lugar de trabajo y su colocación será por debajo del traje de protección siempre.

- **Protección de las trabajadoras embarazadas y en periodo de lactancia natural**

En último lugar se va a hacer una especial mención al caso de trabajadores que se encuentren embarazadas o en periodo de lactancia natural, ellas deben seguir las disposiciones recogidas en el Real Decreto 298/2009 y las recomendaciones del documento publicado por el INSST llamado “ Directrices para la Evaluación de Riesgos y Protección de la Maternidad en el trabajo”.

Las sustancias químicas que se manipulan en este trabajo puede afectar a la maternidad por la exposición sometida y que para protegerse de ellos se necesita el uso de equipos de protección individual, los cuales están desaconsejados en caso de trabajadoras embarazadas, todo esto provoca que estas trabajadoras no podrán realizar las tareas ni en el caso de periodo de lactancia natural.

#### ➤ **Formación e información**

Para concluir este epígrafe de medidas preventivas, se va a hablar de la formación e información, en primer lugar dentro de la formación es muy importante la capacitación de los trabajadores para realizar tratamiento con fitosanitarios, deben ser mayores de 18 años y no ser especialmente sensibles a estos productos.

Los trabajadores deben de estar en posesión del carné de usuarios profesional de productos fitosanitarios que les acredita los conocimientos apropiados para ejercer esta actividad. Para la obtención de este carné es necesario superar una serie de cursos que incluyen contenidos relacionados con la protección de la salud.

Para la realización de trabajos de aplicación de plaguicidas con mochila manual pueden ser requeridos el nivel de capacitación básico cuando el trabajador tenga consideración de personal auxiliar o el cualificado en el caso de responsable del tratamiento.

En materia de seguridad y salud laboral el empresario debe garantizar que cada uno de los trabajadores reciba la formación teórica y práctica, suficiente y adecuada en materia preventiva, tanto en el momento de la contratación como cuando se produzca algún cambio. La formación ira centrada en el puesto que ocupa, evaluando los posibles riesgos así como la aparición de otros nuevos y la formación se repetirá de forma periódica. Los trabajadores y los representantes de los trabajadores tienen que recibir una formación e información adecuada a los riesgos derivados de los agentes químicos, así como las medidas de prevención y protección a tomar.

El empresario deberá también facilitar a los trabajadores, los resultados de la evaluación de riesgos, la información de los agentes químicos presentes en el lugar de trabajo, así como la formación e información sobre las medidas preventivas a adoptar para protegerse tanto a sí mismos, como a los demás trabajadores. Es importante que los empleados cuenten con la información de las medidas a adoptar en situaciones de emergencia y como solicitar ayuda del exterior. Las fichas de datos de seguridad y folletos informativos tienen que ser comprensibles para todos los usuarios. Cuando se tengan los resultados de la vigilancia de la salud deben ser comunicados a los trabajadores afectados.

Hay que destacar que el riesgo químico en las operaciones que estamos tratando está muy condicionado por la manera de proceder del trabajador a la hora de ejecutarlas. Con el fin de minimizar el riesgo, es muy importante elaborar un procedimiento de trabajo con la secuencia clara de las operaciones a realizar, teniendo en cuenta en todo momento las indicaciones que recogen en los manuales de instrucciones de los equipos, los folletos informativos de los EPI o las fichas de seguridad de los productos fitosanitarios.

## 6. CONCLUSIONES

Para terminar esta investigación a modo de TFM sobre el uso de plaguicidas en trabajos de jardinería usando mochilas manuales y la exposición a productos fitosanitarios que se derivan de dicha actividad, justifica la necesidad de profundizar en este tema. Las conclusiones que siguen se exponen a continuación atendiendo al orden de los capítulos de los que se compone este trabajo:

- Para tener claro la **legislación** que trata este tema es importante conocer desde el principio el marco normativo que encuadra las actividades con plaguicidas y así profundizar en sus leyes, norma UNE, notas preventivas, Reales Decretos, etc. Es muy amplia toda la legislación que trata estos temas y hay que saber conocer e interpretarlas para minimizar los riesgos y maximizar la salud de los trabajadores de una forma eficaz y eficiente.
- Conocer con más profundidad el **proceso** desde la preparación del caldo hasta después de su aplicación y la situación de trabajo de los empleados que aplican el plaguicida, todo ello para profundizar en los riesgos químicos a los que se enfrentan a diario.

- Profundizar en cuales son los **agentes químicos** más comunes en los productos fitosanitarios y los que tienen mayores efectos negativos en la salud, aprender sobre ellos mediante la información es crucial porque hace que tanto el empresario como el trabajador conozca al riesgo y a la situación de riesgo que se enfrenta.
- Aplicar los conocimientos adquiridos, la **estrategia de muestreo** y la valoración de la exposición a agentes químicos por comparación con los valores límite es clave para la obtención más acertada de medidas preventivas.
- La elección de unas correctas **medidas preventivas** es elemental para tener una prevención de riesgos químicos acorde a las tareas desarrolladas, en este caso con los fitosanitarios y como hacer un buen uso de ellos, como protegernos colectivamente y en último lugar individualmente. En este punto es crucial contar con una buena gestión, buena selección de productos, las correctas técnicas y buenos equipos, pues todo esto nos elimina o reduce muchos de los riesgos que los productos fitosanitarios pueden producir. En este punto hay que destacar la importancia de la información y formación de base, tanto por parte de los empresarios como de los trabajadores.

Como conclusión final destacar que el análisis de los riesgos químicos por productos fitosanitarios me parece de gran importancia por la cantidad de derivados que existen y lo presentes que están en muchos productos cotidianos, pudiendo aplicar en este trabajo los conocimientos aprendido en la especialidad de Higiene Industrial ahondado en un tema interesante y enriquecedor para la materia.

## 7. BIBLIOGRAFIA

- NORMA UNE-EN 689:2019+AC: 2019 Exposición en el lugar de trabajo. Medición de la exposición por inhalación de agentes químicos. Estrategia para verificar la conformidad con los valores límite de exposición profesional.
- NORMA UNE-EN 482:1995 Atmósferas en el lugar de trabajo. Requisitos generales relativos al funcionamiento de los procedimientos para la medición de agentes químicos.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre de Prevención de Riesgos Laborales.
- Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales.
- Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Real Decreto 374/2001, de 6 de abril, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo
- Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos.
- Real Decreto 1299/2006, de 10 de noviembre, por el que se aprueba el cuadro de enfermedades profesionales en el sistema de la Seguridad Social y se establecen criterios para su notificación y registro.
- Real Decreto 1311/2012, 14 de septiembre, por el que se establece el marco de actuación para conseguir un uso sostenible de los productos fitosanitarios.
- Decreto 313/2003, de 11 de Noviembre. Plan General para la Prevención de Riesgos Laborales en Andalucía e Informe de conclusiones. Consejo Andaluz de Prevención de Riesgos Laborales.
- Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la utilización de los lugares de trabajo. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

- Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relacionados con los agentes químicos presentes en los lugares de trabajo. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
- Guía técnica para la integración de la prevención de riesgos laborales en el sistema general de gestión de la empresa. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
- Ana M. García y Rafael Gade, 1999. *Estimación de la mortalidad y morbilidad por enfermedades laborales en España*. ISTAS
- Portal BSEQUIM sobre situaciones de trabajo peligrosas, STP número 014: Tratamientos plaguicidas en jardinería utilizado mochilas manuales: exposición a fitosanitarios. 2019. INSST.

A su vez este, basado en:

- Real Decreto 1702/2011, de 18 de noviembre, de inspecciones periódicas de los equipos de aplicación de productos fitosanitarios.
- Real Decreto 1311/2012, de 14 de septiembre, por el que se establece el marco de actuación para conseguir un uso sostenible de los productos fitosanitarios.
- Real Decreto 1416/2001, de 14 de diciembre, sobre envases de productos fitosanitarios.
- UNE-EN ISO 27065:2017 (Ratificada) Ropa de protección. Requisitos de rendimiento para la ropa de protección de los operadores que aplican líquidos pesticidas y para los trabajadores expuestos a estos pesticidas aplicados.
- UNE-EN 68095-1: 1997 Pulverizadores portátiles: Parte 1: Pulverizadores de mochila accionados por palanca.
- Bermejo Merino, J.M.; Guisasola Yeregui A.; Cabrerizo Benito, JK.I. Guía para la utilización segura de productos fitosanitarios OSALAN 2018.
- Delgado Cobos, P; et al. Prevención de riesgos durante el uso de productos fitosanitarios (INSSBT), O.A., M.P. 2018.

- DIPUTACION FORAL DE BIZKIA. DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA. Programa de revisión de maquinaria de tratamientos fitosanitarios y equipos de protección personal. II. Maquinaria de Tratamientos Fitosanitarios: Tipos, Calibración y Mantenimiento.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE. Plan de acción nacional para el uso sostenible de productos fitosanitarios. Noviembre de 2012.
- NIOSH. Manual of Analytical Methods. Method 5600: organophosphorus pesticides.
- Notas técnicas de prevención, por el INSST:
  - NTP 583: Evaluación de la exposición laboral a agentes químicos. Norma UNE-EN-482 y relacionadas.
  - NTP 935, 936 y 937: Agentes químicos: evaluación cualitativa y simplificada del riesgo por inhalación.
  - NTP 750: Evaluación del riesgo por exposición inhalatoria de agentes químicos. Metodología simplificada.
  - NTP 769: Ropa de protección: Requisitos generales
  - NTP 878: Regulación UE sobre productos químicos (II).
  - NTP 883: Productos fitosanitarios: medidas preventivas en los equipos de aplicación
  - NTP 660: Control biológico de trabajadores expuestos a plaguicidas (I): aspectos generales
  - NTP 895, 896 y 897: Exposición dérmica a sustancias químicas
  - NTP 929: Ropa de protección contra productos químicos



## AUTORIZACIÓN PARA LA DEFENSA DEL TRABAJO FIN DE MÁSTER

|                                                                                                                       |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Datos del alumno/a:</b>                                                                                            |
| DNI: 53911736N                                                                                                        |
| Apellidos, Nombre: MARTÍNEZ PORTERO, YOLANDA                                                                          |
| Máster (y especialidad, en su caso):<br>MÁSTER DE PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES- ESPECIALIDAD<br>HIGIENE INDUSTRIAL |

|                                                                                                                            |           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Datos del Trabajo</b>                                                                                                   |           |
| Título del Trabajo:<br>TRATAMIENTOS PLAGUICIDAS EN JARDINERÍA UTILIZANDO MOCHILAS<br>MANUALES: EXPOSICIÓN A FITOSANITARIOS |           |
| Convocatoria (indicar mes de defensa): FEBRERO                                                                             | Año: 2021 |

|                                                                                          |  |
|------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| <b>El director/tutor(es/as) del Trabajo INFORMA FAVORABLEMENTE la defensa del mismo:</b> |  |
| Director/a- tutor/a: ENRIQUE OCHANDO VIDAL                                               |  |
|      |  |
| *Fdo.: Enrique Ochando Vidal                                                             |  |
| Director/a –tutor/a:                                                                     |  |
| *Fdo.:.....                                                                              |  |

\*Este formulario, debidamente cumplimentado y firmado (con firma digital o en su defecto, con firma manuscrita y escaneo del documento), deberá ser entregado por el alumno en formato pdf en el mismo soporte digital, junto con el resto de los archivos integrantes del trabajo.



### ANEXO 3

## ENTREGA Y AUTORIZACION DE ACCESO DE COPIA DIGITAL DEL TRABAJO FIN DE MÁSTER

|                                                                                                                      |                  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| <b>Datos del alumno/a</b>                                                                                            |                  |
| DNI: 53911736N                                                                                                       |                  |
| Apellidos, Nombre: Martínez Portero, Yolanda                                                                         |                  |
| Correo electrónico: yolandaportero94@gmail.com                                                                       | Tfno.: 617957497 |
| Máster (y especialidad en su caso): Prevención de Riesgos Laborales.<br>Especialidad en Higiene Industrial           |                  |
| Título del Trabajo: Tratamiento plaguicidas en jardinería utilizando mochilas manuales: Exposición a fitosanitarios. |                  |
| Director/Tutor (es/as): Enrique Ochando Vidal                                                                        |                  |
| Fecha de entrega: 10/02/2021                                                                                         |                  |

|                                                                                                                                                                                     |                                        |                             |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|-----------------------------|
| <b>El alumno/a ha realizado la entrega preceptiva de una copia digital de su TFM para su depósito en el Repositorio creado al efecto por la Universidad de Jaén, AUTORIZANDO a:</b> |                                        |                             |
| Su difusión en acceso libre (marcar con una X la opción elegida)                                                                                                                    | SI <input checked="" type="checkbox"/> | NO <input type="checkbox"/> |

Firmado por MARTINEZ PORTERO YOLANDA - 53911736N el día 10/02/2021 con un certificado emitido por AC FNMT Usuarios

Fdo.: .....

\*Este formulario, debidamente cumplimentado y firmado (con firma digital o en su defecto, con firma manuscrita y escaneo del documento), deberá ser entregado por el alumno en formato pdf en el mismo soporte digital, junto con el resto de archivos integrantes del trabajo.