

PROGRAMAS DE VIGILANCIA Y EVALUACION

Para el buen funcionamiento y mantenimiento del sistema de control es importante que se establezcan programas eficaces de vigilancia y alerta.

Toda modificación de un sistema de producción en marcha (por ejemplo, la adición de medidas de control ambiental) irá precedida de una evaluación de riesgos que sirva de base para el diseño y seguida de nuevas evaluaciones de la eficacia del sistema tras los cambios introducidos.

También es importante la vigilancia médica de los trabajadores, que debe incluir vigilancia de pruebas biológicas y de detección precoz de alteraciones en la salud.

Parte integrante del programa de vigilancia serán las operaciones de muestreo del aire en el entorno de la planta, si bien este aspecto no entra dentro del ámbito de la presente publicación (44, 45).

A causa de la diversidad de las características químicas, físicas y toxicológicas de los materiales que se utilizan en la preparación de plaguicidas y que es preciso vigilar, cada situación deberá ser objeto de estudios específicos e independientes.

Vigilancia en el lugar de trabajo

Para asegurar la protección de la salud de los trabajadores en las plantas de preparación de plaguicidas, será preciso evaluar el grado de exposición a agentes peligrosos.

La vigilancia de higiene del trabajo tiene los siguientes objetivos principales:

- Evaluar la exposición profesional de los trabajadores y/o observar hasta qué punto se respetan en la planta los niveles de exposición admisibles.
- Identificar fuentes de emisión.
- Evaluar la eficacia de las medidas adoptadas (por ejemplo, sistemas de ventilación) para controlar el ambiente de trabajo.

Aparte de la concentración que alcance en el aire algún agente peligroso, otros factores que deberán tenerse en cuenta cuando se evalúe la exposición profesional son la duración de la exposición, las posibles vías de entrada del producto en el organismo y el grado de actividad física de los trabajadores.

1. Determinación de la concentración en el aire de agentes a los que están expuestos los trabajadores

Las concentraciones de agentes ambientales en la atmósfera se determinan mediante muestreo y análisis del aire. La concentración de un contaminante transmitido por el aire suele expresarse en mg por m³.

Los riesgos para la salud se evalúan por lo general comparando la concentración atmosférica medida o calculada con el correspondiente límite de exposición profesional. Esos límites pueden expresarse como concentración media ponderada en el tiempo (por ejemplo, durante 8 horas para una semana laboral de 40 horas) o como nivel de exposición a corto plazo, o incluso como valor máximo (46).

La elección del método más adecuado para evaluar la exposición profesional dependerá de la naturaleza del producto químico de que se trate; así, por ejemplo, para los productos químicos de acción rápida se suele recomendar un valor máximo o una exposición a corto plazo, mientras que tratándose de agentes con un efecto crónico o acumulativo se usa una concentración media ponderada en el tiempo.

Los niveles admisibles de exposición profesional se revisan periódicamente y se pueden modificar a la luz de los nuevos conocimientos que aporten la investigación, los estudios epidemiológicos y las historias de casos sobre las propiedades toxicológicas de los contaminantes.

2. Determinación de la duración de exposición

Los periodos de exposición deben calcularse en el tiempo con precisión para poder evaluar la exposición diaria total. Siempre que un trabajador se vea expuesto a distintos niveles o concentraciones de un determinado contaminante transmitido por el aire, será preciso determinar los periodos de tiempo transcurridos en cada nivel de exposición y calcular un promedio ponderado en el tiempo.

3. Observación de las condiciones de exposición (en particular, de las posibles vías de entrada)

Tienen gran importancia las condiciones en que tiene lugar la exposición, sobre todo tratándose de plaguicidas que pueden

atravesar la piel intacta, como sucede con el lindano, malatión, paratión, pentaclorofenol, mevinfos y otros muchos. Cantidades considerables de esos agentes pueden pasar al torrente sanguíneo a través de la piel y venir así a agregarse a los ingresados por el tracto respiratorio. Aunque en menor medida, también la posibilidad de una ingestión puede contribuir a la entrada del producto en el organismo. Esto puede suceder, por ejemplo, cuando unas prácticas laborales laxas permiten que se coma en un ambiente de trabajo contaminado. Por consiguiente, no basta con medir sólo la concentración atmosférica para calcular con exactitud cuál es el nivel de exposición. Cuando puedan ser importantes vías de entrada distintas de la inhalación, la vigilancia biológica puede constituir un útil instrumento para evaluar la exposición y captación total de un trabajador. Para ello se miden en muestras biológicas (por ejemplo, sangre, orina o aire exhalado) del organismo expuesto los metabolitos o los efectos metabólicos del agente en cuestión. Las pruebas se describen en la página 61.

La exposición a contaminantes atmosféricos debe conformarse a los límites de exposición profesional que se hayan adoptado y que en general se incorporan a las normas nacionales (47). En el Cuadro 8 se muestran algunos ejemplos de límites de exposición profesional (48). Si no hay normas nacionales, se puede utilizar la información más adecuada, es decir otras normas o datos sobre toxicidad (véase la nota al pie de la página 14). La OMS ha publicado límites recomendados por razones de salud en la exposición profesional a ciertos productos químicos, incluidos algunos plaguicidas (16).

Estrategia aplicable al muestreo del aire

La vigilancia ambiental en el interior de la planta obliga a medir las concentraciones de contaminantes atmosféricos en el lugar de trabajo. Deberá diseñarse y seguirse una estrategia que asegure que las muestras tomadas son representativas de la exposición potencial de los trabajadores. La estrategia se planificará y pondrá en práctica bajo la supervisión de un higienista del trabajo.

Cuadro 8. Concentraciones atmosféricas admisibles de plaguicidas (mg por m³) como promedios ponderados en función del tiempo^a

Plaguicida ^b	Alemania	Australia	EE.UU.	Japón	Polonia	Yugoslavia
Carbarilo	5,0	5,0	5,0	—	—	5,0
Lindano	0,5	0,5	0,5	0,5	0,05	0,5
Malatión	15,0	—	15,0	—	15,0	0,5
Paratión	0,1	0,1	0,1	0,1	—	0,1
Mercurio (compuestos orgánicos)	0,01	0,01	0,01	—	0,01	0,01

^a Basado en ocho horas de exposición al día.

^b Todos pueden penetrar a través de la piel intacta.

En las publicaciones especializadas se describe con detalle la estrategia de muestreo (21, 49, 50). Las principales decisiones estratégicas son las que se refieren a dónde tomar la muestra, durante cuanto tiempo y en qué momento, así como el número de muestras que debe tomarse en cada lugar.

Dónde tomar la muestra

La zona donde respira el trabajador es el lugar más frecuentemente seleccionado para tomar muestras que permitan evaluar la exposición.¹ Como los trabajadores se mueven de un lado a otro, la mejor solución consiste en utilizar un muestreador personal y seleccionar para su uso a los trabajadores que tienen más probabilidades de estar expuestos. Para seleccionar a los trabajadores en cuestión se tendrá en cuenta su situación con respecto a las fuentes de contaminación, los procesos y prácticas laborales en que intervienen, su movilidad y el tiempo que pasan en los distintos lugares.

Un método consistiría en clasificar a los trabajadores según posibles «zonas de exposición». Una zona de exposición es una zona hipotética del lugar de trabajo que no está necesariamente definida por límites físicos (51). Para que cierto número de trabajadores entren dentro de la misma zona de exposición será preciso que:

- realicen un trabajo similar;
- estén expuestos a los mismos agentes en condiciones similares de generación y liberación; y
- se hallen situados en su lugar de trabajo en condiciones físicas similares (por ejemplo, de ventilación).

Si con la vigilancia se trata de evaluar la eficacia de las medidas de control, para tomar las muestras de aire del lugar de trabajo pueden utilizarse muestreadores fijos situados en lugares convenientes.

Duración del muestreo

El muestreo puede ser:

1. Instantáneo, es decir, toma de una muestra de aire durante menos de 5 minutos o medición con un instrumento de lectura directa.

¹ Se considera que la zona de respiración está constituida por una esfera de 60 cm de diámetro alrededor de la cabeza.

2. Continuo o integrado, que puede ser de breve duración (por ejemplo, 15 minutos) o de larga duración (por ejemplo, una muestra de 8 horas enteras).

Para decidir cuál ha de ser la duración de la muestra, es importante tener en cuenta:

- el tipo de acción del agente sobre el organismo humano. en particular si hay probabilidades de que se produzcan fluctuaciones importantes de la concentración (máximos); y
- el volumen total de muestras recogido.

Cuando se trate de evaluar la exposición a productos químicos de acción rápida y de rápida acumulación como irritantes, narcóticos, tóxicos generales agudos o cualquier agente que pueda causar daños tisulares irreversibles, es necesario que se detecten todos los momentos de máxima concentración. Incluso una breve exposición a una concentración alta puede bastar para producir considerables daños agudos y a veces irreversibles, eso aunque la concentración media durante un largo periodo de tiempo se mantenga dentro del límite aceptable. Por consiguiente y para poder detectar las exposiciones elevadas convendrá tomar las muestras durante breves periodos de tiempo, en general de 15 minutos como máximo. Pero en el caso de los productos químicos de acción muy rápida, incluso esos 15 minutos pueden ser excesivos para revelar máximos peligrosos y entonces se requerirán tiempos de muestreo aún más breves. Para los agentes que se evalúan por concentraciones máximas, se recomienda el muestreo instantáneo y los instrumentos de lectura directa. Para determinar las características de los momentos de concentración máxima, son muy útiles los instrumentos de lectura directa, en particular los que producen un registro gráfico continuo o en tiempo real de las concentraciones.

En lo que respecta a los contaminantes atmosféricos con efectos crónicos y acumulativos, el objetivo consiste en medir la concentración media a largo plazo. Por consiguiente, se tomarán muestras continuamente durante un turno de trabajo completo, es decir durante 8 horas; a efectos prácticos, el procedimiento más frecuentemente recomendado consiste en tomar dos muestras continuas de 4 horas. Pueden existir limitaciones en cuanto al procedimiento de muestreo e incluso puede ser necesario tomar las muestras durante lapsos de tiempo más breves (por ejemplo, muestras consecutivas de 2 horas). De todas formas, siempre se tomará un tiempo de muestreo suficientemente largo como para cubrir un ciclo completo de trabajo, de manera que se eviten muestras selectivamente tomadas durante periodos ocasionales de concentración alta o baja.

También es importante el volumen de muestra tomado ya que, para un determinado flujo, el periodo de tiempo durante el que se toma la muestra determinará el volumen total de aire muestreado y, por consiguiente, la cantidad total de contaminante disponible para su medición. Para poder hacer un análisis adecuado (u observar una respuesta) se requerirá un volumen mínimo de aire, que dependerá de la sensibilidad del método analítico (o del instrumento de lectura directa) y de los límites previstos para las concentraciones. Si la concentración es muy baja, puede no bastar con tomar la cantidad del contaminante que haya en un pequeño volumen de aire, a no ser que se cuente con un método (o instrumento) de análisis extraordinariamente sensible. Por otra parte, y según sea el tipo de medio de recogida usado, puede existir un límite superior práctico al volumen total de aire muestreado. Este es el caso cuando el medio de recogida (por ejemplo, carbón activado) tiene un punto de saturación a partir del cual ya no se retiene más contaminante.

Cuándo tomar la muestra

Siempre que no se trate de un muestreo continuo durante un turno de trabajo completo, será preciso plantearse el problema de qué momento es el mejor para tomar la muestra. Siempre que se calculen concentraciones medias ponderadas en el tiempo a partir de muestras breves o de instrumentos de lectura directa, los momentos de muestreo se determinarán de manera que la concentración calculada refleje realmente la situación existente. Antes de decidir en qué momento tomar la muestra, se observarán cuidadosamente las operaciones para determinar si tienen un carácter cíclico o si es probable que se produzcan momentos de concentración máxima, por ejemplo cuando se abran recipientes o se transfieran materiales. Siempre que se trate de tomar muestras de un producto químico de acción rápida, respecto del cual se haya recomendado un nivel de exposición a corto plazo o una concentración máxima, será preciso observar el procedimiento completo de preparación y envasado, e identificar y caracterizar los momentos de máxima exposición. Por consiguiente, es fundamental que con el máximo cuidado se seleccione el momento idóneo para tomar la muestra ya que si se toma en un momento inoportuno el resultado no tendrá significado alguno.

Número de muestras

Las concentraciones de contaminantes atmosféricos varían con el tiempo y el lugar. Además, resultados obtenidos en un muestreo y análisis, incluso en el mismo lugar y al mismo tiempo, pueden variar según lo preciso que sea el sistema de medición. Debe calcularse la verdadera concentración y se tomarán las decisiones a partir de los

resultados que se obtengan en el análisis del aire del cual se han tomado muestras durante una parte del tiempo total de exposición, en un número limitado de sitios (o sobre un número limitado de trabajadores expuestos) y un número limitado de veces. Por consiguiente, puede ser preciso hacer generalizaciones a partir de una cantidad de datos relativamente pequeña, y para sacar conclusiones es preciso recurrir a métodos estadísticos inductivos, teniendo siempre presente el grado de incertidumbre que conllevan.

La fiabilidad de los resultados depende de factores como el número de muestras y la calidad del sistema de medición. Por consiguiente, la fiabilidad tiene un precio y es preciso tomar una decisión en cuanto al grado de fiabilidad que se quiere que tengan los resultados. Es importante tener en cuenta hasta qué punto la exactitud y precisión de los resultados puede influir en la decisión que se adopte. Así, por ejemplo, si se trata de averiguar si es necesario adoptar medidas preventivas y se sabe que los trabajadores están en todo momento expuestos a unas concentraciones de contaminantes atmosféricos que pueden llegar incluso a ser 20 veces superiores a los límites de exposición profesional aceptados, para recomendar que se adopten medidas de control no es necesario que la evaluación cuantitativa de la exposición tenga gran exactitud y precisión. En tales circunstancias, la decisión de establecer un control se hará igual tanto si el promedio calculado está en el 30% como si se halla en el 5% del verdadero valor. Por otra parte, a medida que se vaya controlando la exposición y las concentraciones atmosféricas tiendan a acercarse al límite entre las inocuas y las peligrosas (es decir más cerca del límite establecido para la exposición profesional), la evaluación cuantitativa de la exposición adquiere mayor importancia y será necesario obtener una mayor fiabilidad y, por consiguiente, habrá de obtenerse un número mayor de muestras y se utilizarán sistemas más eficaces de medición.

Para una determinada situación es necesario utilizar métodos estadísticos que permitan determinar el número de muestras necesario para obtener cierto grado de fiabilidad en los cálculos hechos y en las conclusiones que se saquen de los datos. Pero a efectos prácticos y para la mayor parte de las encuestas de higiene del trabajo, se recomiendan los siguientes números de muestras:

- para muestras continuas, 2 muestras consecutivas de 4 horas (para un turno de trabajo de 8 horas); y
- para muestras instantáneas o lecturas directas, 4-7 muestras (en cada situación).

Pero también el muestreo continuo está sujeto a errores aleatorios tanto en lo que respecta a los procedimientos de toma de muestras

como a los procedimientos de análisis. Para compensar estos errores se han de realizar mediciones repetidas, que con toda probabilidad presentarán una distribución normal.

Procedimientos y equipo de evaluación

Una buena selección de los procedimientos y equipo de higiene del trabajo, de conformidad con el objetivo de la evaluación y la estrategia de muestras requerida, supone un paso importante hacia el establecimiento de un programa de vigilancia (52). Antes de adquirir cualquier tipo de equipo, será preciso asegurarse de que se dispone de personal capacitado para su uso. El equipo que se adquiera dependerá de las necesidades de evaluación. Pero además de los fondos necesarios para comprar el equipo se deben prever los destinados a gastos operativos (por ejemplo, suministros y piezas de recambio) y mantener una reserva para gastos rutinarios de conservación y reparaciones (53).

La metodología y el equipo dependerán de la estrategia que se haya seleccionado. Para evaluar la exposición el método más utilizado es el de muestreo personal. Uno de los tipos de muestreadores personales es el constituido por un ventilador portátil que se fija al cinturón del trabajador y una cabeza de muestreo que recoge el aire contaminado y que se fija a la solapa del trabajador (hallándose, por consiguiente, dentro de la zona de respiración).

Siempre que se realice un muestreo de aire habrá que medir exactamente un volumen de aire conocido registrando el flujo y el tiempo de muestreo. El medidor de flujo se calibrará regularmente (21) y se ajustará cuando sea necesario, pues si no se pueden introducir errores considerables en los resultados. En todo programa de vigilancia es indispensable calibrar todo el equipo de higiene del trabajo.

El análisis de las muestras se realiza en un laboratorio analítico especializado (54). En todas las fases, desde el muestreo hasta el análisis, es preciso mantener una gran precisión. Así, por ejemplo, sería inútil equipar un laboratorio con un costoso cromatógrafo de gas si los ventiladores utilizados para recoger las muestras no estuviesen adecuadamente calibrados, ya que así la precisión y exactitud del procedimiento de análisis se perderían por completo dentro del importante error introducido por un cálculo incorrecto del flujo de aire.

Los instrumentos de lectura directa se pueden basar en principios químicos o físicos (55). Los instrumentos de lectura directa más utilizados dentro de los basados en principios químicos son unos

tubos detectores en los que se produce una reacción colorimétrica en presencia de ciertos productos químicos. La reacción colorimétrica se expresa en concentración atmosférica del producto químico, por ejemplo, cuando la importancia del cambio de color dentro del tubo es proporcional a la concentración.

Existen tubos detectores para diversos gases y vapores, pero para usarlos correctamente es preciso conocer bien y tener en cuenta sus limitaciones en lo que respecta a sensibilidad, exactitud y precisión (56, 57).

Entre los instrumentos de lectura directa basados en principios físicos, los indicadores de gases combustibles (explosímetros) pueden ser muy útiles siempre que haya un peligro de exposición a gases o vapores inflamables, por ejemplo vapores de solventes.

Al utilizar los resultados obtenidos con instrumentos de lectura directa es preciso darse cuenta de que los datos reflejan concentraciones de contaminantes atmosféricos instantáneas o a corto plazo. Son sobre todo útiles para detectar puntos máximos de exposición pero también pueden servir para calcular promedios ponderados en el tiempo.

El muestreo del aire exterior para evaluar y vigilar la contaminación del medio ambiente en general causada por la planta de preparación de plaguicidas, aun cuando no entra dentro del ámbito de la presente publicación, también es importante y debe realizarse en los puntos de emisión por muestreo en las chimeneas, y también en el aire ambiente mediante vigilancia en el límite del terreno de la fábrica. También puede ser útil la toma de muestras del suelo para descubrir cualquier precipitación acumulada.

Vigilancia sanitaria de los trabajadores

Siempre que la salud de los trabajadores se vea en peligro a causa del tipo de trabajo que realizan o de las sustancias químicas que emplean, será preciso organizar una vigilancia sanitaria y un sistema de atención de salud.

El riesgo puede proceder no sólo de los propios plaguicidas sino también de otros componentes de la preparación, así, por ejemplo, hay solventes orgánicos que pueden ser neurotóxicos o tener efectos narcóticos, mientras que otros componentes pueden provocar alergias.

Es preciso que el personal de salud tenga acceso libre al lugar de trabajo, a la información sobre los procesos y las sustancias que se utilizan y a los resultados de las evaluaciones de higiene del trabajo.

Es asimismo necesario que el personal de salud pueda con toda libertad aconsejar a los trabajadores acerca de los distintos problemas de higiene del trabajo y asesorar a los representantes de los trabajadores y de la dirección sobre posibles riesgos para la salud.

Reconocimientos médicos preventivos

Los reconocimientos médicos previos a la contratación permiten identificar ciertas características que pueden hacer que un trabajador sea particularmente susceptible a determinadas sustancias peligrosas o situaciones laborales, o que pueden impedir que el trabajador utilice los necesarios dispositivos de protección personal (por ejemplo, ciertas enfermedades cutáneas impiden el uso de guantes de goma).

Se deberá tomar nota de algunos de los datos básicos obtenidos en estos reconocimientos previos, como, por ejemplo, la actividad de la colinesterasa sanguínea antes de la exposición y el estado neurológico.

A continuación, reconocimientos médicos periódicos permitirán identificar ciertos procesos que hayan podido surgir desde el examen anterior y que pueden influir sobre la susceptibilidad de la persona. Permitirán asimismo detectar desde el primer momento cualquier cambio consecutivo a una exposición profesional a ciertos riesgos para la salud (58).

La frecuencia de estos reconocimientos dependerá del grado de exposición del trabajador, su estado de salud y los resultados de exámenes anteriores.

Siempre que sea posible, se practicarán análisis de sangre y/o de orina que permitan confirmar la exposición a contaminantes o los efectos de éstos (16).

a) Actividad de la colinesterasa sanguínea

Se deberá observar la actividad colinesterásica siempre que haya un riesgo de exposición a plaguicidas que contengan sustancias que deprimen esa actividad. Se tomarán muestras de sangre inmediatamente después de terminado el trabajo en cuestión. Esto es especialmente importante en casos de exposición a carbamatos, ya que una actividad colinesterásica deprimida aumenta rápidamente al cesar la exposición. Si una investigación sistemática semicuantitativa da resultados positivos, deberá medirse la actividad colinesterásica utilizando métodos químicos cuantitativos. Además, se revisarán las condiciones y prácticas laborales, y se hará un reconocimiento de todos los trabajadores que hayan podido verse expuestos.

Tecnología de control aplicable a la formulación y el envasado de plaguicidas

No existen reglamentos nacionales, pero el Grupo Internacional de Asociaciones Nacionales de Fabricantes de Productos Agroquímicos (GIFAP) (1) recomienda que:

- siempre que se observe que con respecto a los niveles previos a la exposición ha bajado en más un 20% la actividad colinesterásica de la sangre completa o de los hematíes, inmediatamente se investigue si la causa es la exposición y se adopten las adecuadas medidas correctoras;
- si la reducción pasa del 40%, se aleje al trabajador de la fuente probable de exposición hasta que su actividad colinesterásica vuelva de nuevo a estar dentro del 20% del valor previo a la exposición.

b) Productos químicos tóxicos y sus metabolitos en la orina

Los análisis de orina que mejor revelan la exposición a productos químicos tóxicos son los correspondientes al arsénico, el mercurio, el paratión y el fenitrotión. El paratión y el fenitrotión se identifican detectando sus correspondientes metabolitos, *p*-nitrofenol y *p*-nitro-*m*-cresol.

Atención de salud en las situaciones de urgencia

Información de los trabajadores

Todos los trabajadores deben conocer los riesgos a que están expuestos y los correspondientes procedimientos de urgencia, y ser capaces de utilizar el material de primeros auxilios.

Disponibilidad de personal capacitado

Todos los trabajadores, inclusive supervisores y otros directivos seleccionados, deberán tener la formación suficiente para poderse atender a ellos mismos y a los demás en casos de urgencia. En ciertas circunstancias será preciso que también pueda disponerse de personal de salud calificado (enfermeras o médicos), pero la acción inmediata en casos de urgencia es responsabilidad del personal de operaciones y de la dirección.

Disponibilidad de instalaciones y materiales de primeros auxilios

Lo más cerca posible de los trabajadores deberán instalarse equipos para la limpieza de los ojos y para la descontaminación de la piel, sobre todo si se están usando productos irritantes o que pueden ser rápidamente absorbidos a través de la piel. También deberá estar

Programas de vigilancia y evaluación

fácilmente accesible material de primeros auxilios para el tratamiento de cortes y quemaduras. Deberá asimismo poderse disponer de gotas oftálmicas de atropina, pero no en la zona de trabajo sino en algún otro lugar próximo y limpio, como el servicio de salud o las oficinas de la dirección.

Planes de acción para situaciones de urgencia

Para evitar que, como puede suceder, en una situación de urgencia reine la confusión, será preciso que de antemano se hayan hecho planes para hacer frente a tales situaciones, se haya adiestrado al personal y se hagan ejercicios repetidos.

ALMACENAMIENTO Y TRANSPORTE

Almacenamiento

Las zonas de almacenamiento habrán de poseer una base firme e impermeable, por ejemplo de hormigón o de un material semejante, con una repisa de contención alrededor (59). No se recomienda el asfalto, que se reblandece con el calor y bajo la influencia de ciertos solventes.

Lo mejor sería que todos los plaguicidas se guardasen bajo techado. Pero si la zona de almacenamiento no tiene techo es preciso que se pueda recoger y eliminar el agua de lluvia. Si los envases son herméticos, por ejemplo, bidones, se pueden dejar al aire libre siempre que su contenido no sea sensible a las variaciones extremas de temperatura. Todos los bidones se colocarán de manera que quede un acceso adecuado para apagar cualquier posible incendio. Se recomienda su colocación sobre plataformas.

Los tanques de almacenamiento estarán situados en un lugar impermeable, suficientemente grande y rodeado de muros, con una altura de pared suficientemente grande como para retener un volumen de líquido por lo menos igual al que contenga el tanque de mayor tamaño. Entre los tanques quedará espacio suficiente para la lucha contra incendios.

Procedimientos operativos

Un supervisor con experiencia y capacitado vigilará con el máximo cuidado todas las operaciones de almacenamiento. Si existen varios supervisores de distintos niveles, se habrán de determinar y explicar con toda claridad cuáles son sus sectores y líneas de responsabilidad correspondientes.

El supervisor ha de tener fácil acceso a la siguiente información escrita:

- instrucciones para el correcto funcionamiento en condiciones de seguridad del equipo y de los materiales de almacenamiento;
- fichas de datos correspondientes a todos los productos almacenados y transportados;

- instrucciones y procedimientos de higiene y seguridad; y
- instrucciones y procedimientos para casos de urgencia.

Todo el personal que presta servicios en el almacén deberá estar bien capacitado y periódicamente se impartirán programas de formación que permitan prevenir la adopción de prácticas de trabajo defectuosas. Se mantendrá un registro permanente de toda la formación que se dé.

Los plaguicidas no deben almacenarse o transportarse de manera que puedan entrar en contacto con piensos, ropa, tabaco, cosméticos o artículos similares.

Los deterioros y daños durante el almacenamiento se pueden reducir considerablemente si se organizan bien las existencias, que se irán utilizando por el mismo orden en que llegaron.

Higiene y seguridad

Los supervisores se asegurarán de que los operarios utilizan la totalidad del equipo de protección personal necesario y que éste se limpia e inspecciona después de haber sido utilizado.

En caso de contacto accidental con algún producto, el trabajador se quitará inmediatamente la ropa contaminada, se lavará la piel afectada y recibirá un tratamiento conforme a las instrucciones específicas que puedan figurar en la ficha de datos del producto. Los derrames se deben contener y limpiar inmediatamente.

Recepción de los artículos

Cada vez que se reciba un artículo se comprobará su identidad, cantidad y estado en que se halla. Si no están en buen estado o si por cualquier razón parecen presentar algún riesgo concreto, se adoptarán las medidas adecuadas. Así, por ejemplo, el contenido de una bolsa estropeada o de un bidón que presente fugas será transferido a otro recipiente y el personal que se encargue de esta operación llevará la protección adecuada. Los recipientes dañados, una vez vacíos, se desecharán de alguna forma que no ofrezca peligros y haya sido previamente aprobada.

Distribución dentro del almacén

Deberá quedar un espacio vacío entre todas las mercancías y las paredes, así como entre las distintas pilas de envases, de forma que quede sitio para el libre movimiento del aire y para el acceso del personal de inspección y de lucha contra incendios.

Los envases del producto se dispondrán de forma que entre ellos puedan moverse las carretillas elevadoras y otros equipos de manejo de mercancías. Unos pasillos o unas esquinas de anchura insuficiente aumentan el riesgo de que se dañen los envases. Todos los pasillos estarán claramente delimitados mediante las adecuadas señales trazadas sobre el suelo.

Separación de los productos dentro del almacén

Los productos e ingredientes de plaguicidas conviene que queden bien separados de los demás productos que puedan hallarse en el almacén. Deberán tenerse en cuenta los siguientes factores:

1. *Inflamabilidad*

Los líquidos inflamables y los aerosoles con una temperatura de inflamación inferior a 61°C (60) se mantendrán separados de los demás productos. En los almacenes de gran tamaño lo mejor será que esta separación se haga mediante tabiques resistentes al fuego. En locales más pequeños puede utilizarse una barrera no inflamable que se haya hecho por ejemplo con productos acuosos.

2. *Estabilidad y susceptibilidad a la oxidación*

Es muy de recomendar que todos los productos oxidables e inestables se coloquen separados en un lugar bien ventilado y lejos de todo artículo inflamable. Se atenderán a las advertencias concretas que figuren en las etiquetas, la ficha de datos del producto o el fabricante.

3. *Olores*

Los productos que desprendan un fuerte olor pueden reducir la eficacia de los atractantes que se agregan a los cebos y deben quedar bien separados unos de otros. Es mejor que no se permita que estos tipos de artículos se guarden en un mismo almacén.

Categorías de segregación

Puede ser difícil, o incluso imposible, hallar unos locales de almacenamiento que satisfagan todas las normas de segregación que se han recomendado. Por lo que en ciertas circunstancias se considerarán como normas ideales a las que se puede dar una cierta flexibilidad. A continuación, se describen por orden descendente de idoneidad distintos tipos de locales para almacén.

Categoría 1

Locales destinados únicamente a contener plaguicidas e ingredientes para su preparación. Si las características estructurales de la construcción son las adecuadas, éste es sin duda alguna el tipo más conveniente de almacén.

Categoría 2

Almacenes mixtos que poseen tabiques efectivos contra el fuego y que separan a los plaguicidas y sus ingredientes de otros materiales, sobre todo de materiales inflamables.

Categoría 3

Almacenes mixtos sin tabiques antiincendios, pero en los que los plaguicidas y sus ingredientes pueden quedar en parte aislados de los materiales inflamables por medio de rompefuegos de productos no inflamables.

Categoría 4

Almacenes mixtos en los que los distintos productos están solamente separados unos de otros, es decir sin ningún tabique antiincendios, pero que contienen cantidades mínimas de materiales inflamables.

Categoría 5

Almacenes mixtos en los que los productos están simplemente separados y que contienen cantidades considerables de materiales inflamables. Estas instalaciones no son aceptables.

Altura de las pilas

Deberá quedar un espacio libre entre la parte superior de las pilas y el techo, incluido el sistema de iluminación y las vigas del tejado. Se cuidará que las pilas no sean tan altas que el peso pueda dañar los recipientes situados en la parte inferior.

Procedimientos de expedición y transporte

La legislación a este respecto incluirá referencias a la identificación del producto, su etiquetado y las precauciones que deben adoptarse. Además, cuando se estén cargando los materiales para su expedición a partir del almacén se han de respetar los siguientes requisitos:

Tecnología de control aplicable a la formulación y el envasado de plaguicidas

- Los plaguicidas nunca se cargarán en un vehículo donde además se carguen productos alimenticios u otros materiales destinados al consumo o al uso humano o animal.
- Antes de proceder a la carga se examinará el estado en que se hallan los vehículos y los contenedores para el transporte. Se evitará toda carga sobre suelos poco seguros o que presenten salientes que puedan dañar los envases.
- Se debe asegurar la estabilidad de la carga. No deben utilizarse vehículos que no posean una adecuada barrera entre la carga y el conductor.
- Los vehículos deben satisfacer los reglamentos nacionales y tener en regla todos los documentos correspondientes, por ejemplo una tarjeta para emergencias de transporte (Transport Emergency (TREM)), en la que figure la siguiente información:
 - nombre, dirección, número de teléfono o télex de la empresa expedidora;
 - una lista de los productos que se están transportando; y
 - los peligros que pueden resultar de un accidente y las precauciones que deben adoptarse.

El conductor deberá estar capacitado para hacer frente a situaciones de urgencia y tendrá a su disposición un extintor adecuado y el necesario equipo protector y de limpieza.

Evacuación de plaguicidas

Si se quieren evitar graves riesgos para la salud pública, es fundamental que los plaguicidas sobrantes y los productos de desecho de las plantas de preparación y envasado se eliminen en condiciones adecuadas y seguras (8). Muchos países tienen leyes nacionales y/o locales que siempre deben respetarse.

En esta publicación no se trata de las consecuencias ambientales de las preparaciones de plaguicidas, pero sí van a exponerse algunos principios básicos que deben regir la evacuación de plaguicidas y sus productos de desecho.

Un plaguicida nunca debe tirarse por un drenaje o evacuarse al alcantarillado público. Los desechos sólidos se pueden enterrar a una profundidad mínima de 45 cm y en lugares aprobados por las

autoridades sanitarias, sin que puedan utilizarse nunca con este fin los terraplenes sanitarios normales. Los desechos líquidos se pueden conducir a un estanque de evaporación.

Cuando se estén evacuando desechos tóxicos lo más importante es evitar la contaminación de aguas de superficie o subterráneas. Se mantendrá un registro de todos los artículos evacuados y la ubicación de los enterrados, copia del cual se entregará al servicio oficial competente.

Los productos de desecho de plaguicidas se pueden quemar en incineradores especiales de alta temperatura, pero siempre se tendrá en cuenta la posibilidad de una contaminación atmosférica, sobre todo cuando se trate de grandes cantidades de productos. Se vigilará la emisión de contaminantes gaseosos y cenizas. En todo caso deberán respetarse los reglamentos vigentes sobre la contaminación atmosférica.

La evacuación de recipientes de plaguicidas usados plantea un importante problema de salud pública. Es bien conocido que en muchos países esos recipientes se utilizan para guardar alimentos o bebidas destinados al uso humano o animal. En un reciente informe, el Comité de Expertos de la OMS en biología de los vectores y lucha antivectorial admitía que, en ciertas condiciones, volvieran a utilizarse recipientes que habían contenido plaguicidas, pero nunca para contener alimentos, bebidas o piensos (5). Se recomienda que todos los recipientes de plaguicidas lleven etiquetas con claras instrucciones acerca de la forma como pueden desecharse en condiciones de seguridad y, si está permitido, como pueden reutilizarse, según los materiales de que estén fabricados, por ejemplo, metal o polietileno, así como sobre la toxicidad de los productos que originalmente han contenido. Los recipientes combustibles se pueden destruir quemándolos pero siempre se tendrá en cuenta la posibilidad de que al hacerlo se contamine la atmósfera. Siempre se hará todo lo posible por proteger la salud no sólo de los trabajadores de la planta sino también de la población de las comunidades contiguas, así como el medio ambiente en general.

BIBLIOGRAFIA

1. *Guidelines for the safe handling of pesticides during their formulation, packing, storage and transport*. Bruselas, Grupo Internacional de Asociaciones Nacionales de Fabricantes de Productos Agroquímicos (GIFAP), 1982.
2. OMS. Serie de Informes Técnicos, N° 513, 1973 (*Empleo inocuo de plaguicidas: 20° informe del Comité de Expertos de la OMS en Insecticidas*).
3. OMS, Serie de Informes Técnicos, N° 634, 1979 (*Empleo inocuo de plaguicidas: tercer informe del Comité de Expertos de la OMS en biología de los vectores y lucha antivectorial*).
4. OMS, Serie de Informes Técnicos, N° 720, 1985 (*Empleo inocuo de plaguicidas: noveno informe del Comité de Expertos de la OMS en biología de los vectores y lucha antivectorial*).
5. OMS, Serie de Informes Técnicos, N° 813, 1991 (*Empleo inocuo de plaguicidas: 14° informe del Comité de Expertos de la OMS en biología de los vectores y lucha antivectorial*).
6. *Código Internacional de Conducta para la Distribución y Utilización de Plaguicidas*. Roma, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, 1990.
7. *Especificaciones para plaguicidas utilizados en salud pública*, sexta edición. Ginebra, Organización Mundial de la Salud, 1986.
8. *Formulation of pesticides in developing countries* Viena, ONUDI, 1986.
9. *Proceedings of the seminar on environmental aspects of pesticides production and use, Jakarta, Indonesia, 28 November - 2 December, 1988*. Viena, ONUDI, 1988.
10. Spotlight – pesticide formulation. *RENPAZ Gazette*, 1991, 2 (No. 1): 1-48.
11. Goelzer B. Tecnología de control para la seguridad y salud en el trabajo. En: *OIT, Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo*. 3ª ed. Vol. 3. Madrid, Ministerio de Trabajo y Seguridad Social, 1989, 2352-2360.
12. Wadden R.A. & Scheff P.A. *Engineering design for the control of workplace hazards*. Cincinnati, American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH). 1987.

13. Talty J.T. *Industrial hygiene engineering: recognition, measurement, evaluation and control*. 2ª ed. Cincinnati, ACGIH, 1988.
14. OIT, *Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo*, 3ª ed. 3 vols. Madrid, Ministerio de Trabajo y Seguridad Social, 1989.
15. Hayes WJ Jr. *Pesticides studied in man*. Baltimore/London, William & Wilkins, 1982.
16. OMS, Serie de Informes Técnicos, N° 677, 1982 (*Límites recomendados por razones de salud en la exposición profesional a los plaguicidas: informe de un Grupo de Estudio de la OMS*).
17. Morgan DP. *Recognition and management of pesticide poisoning*. 3ª ed. Washington, DC, United States Environmental Protection Agency, 1982.
18. *The WHO recommended classification of pesticides by hazard and guidelines to classification 1992-1993*. Ginebra, Organización Mundial de la Salud, 1992 (OMS, documento inédito WHO/PCS/92.0; se puede solicitar a Fomento de la Seguridad de las Sustancias Químicas, Organización Mundial de la Salud, 1211 Ginebra 27, Suiza).
19. Panov GE & Polozkov VT. Sustancias inflamables. En: OIT, *Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo*, 3ª ed. Vol. 3. Madrid, Ministerio de Trabajo y Seguridad Social, 1989, 2329-2331.
20. *Industrial guide for air pollution control*. Washington, DC, United States Environmental Protection Agency, 1978 (publication no. 62516-78-004).
21. *The industrial environment – its evaluation and control*. Cincinnati, United States National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH), 1973 (publication no. 74-117).
22. Toca FM. Program evaluation: industrial hygiene. *American Industrial Hygiene Association Journal*, 1981, 42: 213-216.
23. *Good workplace practices for the manufacture and formulation of pesticides*. Washington, DC, National Agricultural Chemicals Association 1981.
24. *Health and safety guide for pesticide formulators*. Cincinnati, NIOSH, 1977 (publication no. 77-100).
25. *Working safely with pesticides*. Cincinnati, NIOSH, 1976 (publication no. 76-147).
26. *Industrial ventilation – a manual of recommended practice*, 20ª ed. Cincinnati, ACGIH, 1989.
27. Burton JD. *Industrial ventilation workbook*. Salt Lake City, Utah, IVE Inc., 1989.

Tecnología de control aplicable a la formulación y el envasado de plaguicidas

28. Burgess WA, Ellenbecker MJ, Treitman RT. *Ventilation for control of the workplace environment*. New York, John Wiley & Sons, 1989.
29. Hemeon WC, *Plant and process ventilation*. New York, Industrial Press, 1982.
30. Alden JL & Kane JM. *Design of industrial ventilation systems*, 5ª ed. Cincinnati, ACGIH, 1982.
31. Goodfellow HD & Smith JW. Industrial ventilation – a review and update. *American Industrial Hygiene Association Journal*, 1982, 43: 175-184.
32. Hogopian HH & Bostress EK. *Recommended industrial ventilation guidelines*. Cincinnati, NIOSH, 1976 (publication no. 76-162).
33. Socha GE. Local exhaust ventilation principles. *American Industrial Hygiene Association Journal*, 1979, 40: 1-10.
34. Goelzer B. Enfoques y medidas para el control de la contaminación atmosférica. En: *OIT, Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo*, 3ª ed. Vol. 1. Madrid, Ministerio de Trabajo y Seguridad Social, 1989, 146-151.
35. *Evaluación de la exposición profesional a partículas atmosféricas*. Ginebra, Organización Mundial de la Salud, 1984 (OMS, Publicaciones en Offset N° 80).
36. *A recommended approach to recirculation of exhaust air*. Cincinnati, NIOSH, 1978 (publication no. 78-124).
37. *Recirculation of exhaust air – a symposium*. Cincinnati, NIOSH, 1978 (publication no. 78-141).
38. Rodgers S. How to select and use personal protective garments. En: Slote L, ed. *Handbook of occupational safety and health*. New York, John Wiley & Sons, 1987.
39. Schwoppe A. *Guidelines for the selection of chemical protective clothing*, 3ª ed. Cincinnati, ACGIH, 1987.
40. *Guide to industrial respiratory protection*. Cincinnati, NIOSH, 1987 (publication no. 87-116).
41. *Respiratory protection – an employer's manual*. Cincinnati, NIOSH, 1978 (publication no. 78-193A).
42. *Respiratory protection – a guide for the employee*. Cincinnati, NIOSH, 1978 (publication no. 78-193B).
43. Jensen P et al. *Industrial noise control manual*. Cincinnati, NIOSH, 1978 (publication no. 78-117).

44. *Air monitoring programme design for urban and industrial areas*. Ginebra, Organización Mundial de la Salud, 1977 (OMS, Publicaciones en Offset N° 33).
45. Análisis e interpretación de datos de vigilancia del aire. Ginebra, Organización Mundial de la Salud, 1980 (OMS, Publicaciones en Offset N° 51).
46. *Threshold limit values and biological exposure indices for 1990-1991*. Cincinnati, ACGIH, 1990.
47. Cook W. *Occupational exposure limits worldwide*. Akron, Ohio, American Industrial Hygiene Association, 1987.
48. *Occupational exposure limits for airborne toxic substances*. 2ª ed. (revisada). Ginebra, Oficina Internacional del Trabajo, 1980 (Serie Seguridad, Higiene y Medicina del Trabajo, N° 37).
49. *Occupational exposure sampling strategy manual*. Cincinnati, NIOSH, 1977 (publication no. 77-173).
50. Valic FR. Detección y análisis de contaminantes atmosféricos (métodos de campo). En: *OIT, Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo*, 3ª ed. Vol. 1. Madrid, Ministerio de Trabajo y Seguridad Social, 1989, 800-805.
51. Corn M & Esmen NA. Workplace exposure zones for classification of employee exposures to physical and chemical agents. *American Industrial Hygiene Association Journal*, 1979, 40: 47-57.
52. *Air sampling instruments for evaluation of atmospheric contaminants*, 7ª ed. Cincinnati, ACGIH, 1989.
53. Goelzer B. Higiene del trabajo. Laboratorio. En: *OIT, Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo*, 3ª ed. Vol. 2. Madrid, Ministerio de Trabajo y Seguridad Social, 1989, 1247-1254.
54. *NIOSH manual of analytical methods*, 3ª ed. Cincinnati, NIOSH, 1984 (DHHS (NIOSH) publication no. 84-100).
55. *Direct-reading instruments for airborne contaminants in the work environment*. Ginebra, Organización Mundial de la Salud, 1990 (OMS, documento inédito WHO/OCH/86.2; se puede solicitar a Higiene del Trabajo, Organización Mundial de la Salud, 1211 Ginebra 27, Suiza).
56. Lechnitz K. *Detector tube measuring techniques*. Landsberg am Lech, Germany, Ecomed, 1983.
57. Lechnitz K. Use of detector tubes under extreme conditions (humidity, pressure, temperature). *American Industrial Hygiene Association Journal*, 1977, 38: 707-711.

Tecnología de control aplicable a la formulación y el envasado de plaguicidas

58. *Detección precoz de enfermedades profesionales*. Ginebra, Organización Mundial de la Salud, 1987.
59. *Guidelines for safe warehousing of pesticides*. Brussels, GIFAP, 1988.
60. *Código marítimo internacional de mercancías peligrosas*, vol. 2. Londres, Organización Consultiva Marítima Intergubernamental (OCMI), 1983.
61. *Victor Chemical Works Division: Safety guide for formulators and applicators of methyl parathion and parathion. Hygiene, first aid and physician techniques*. Nueva York, Stauffer Chemical Company, 1980.
62. *Victor Chemical Works Division: Safety guide for users of methyl parathion and parathion. First aid and physician techniques*. Nueva York, Stauffer Chemical Company, 1980.