

**Guía de Atención Integral en Salud Ocupacional Basada en la Evidencia para
Trabajadores Expuestos a Plaguicidas Inhibidores de la Colinesterasa
(Organofosforados y Carbamatos)
(GATISO-PIC)**



Ministerio de la Protección Social
República de Colombia



SUBCENTRO DE SEGURIDAD SOCIAL Y RIESGOS PROFESIONALES
VICERRECTORA ACADÉMICA – EDUCACIÓN CONTINUA

**Guía de Atención Integral en Salud Ocupacional Basada en la Evidencia para
Trabajadores Expuestos a Plaguicidas Inhibidores de la Colinesterasa
(Organofosforados y Carbamatos)
(GATISO-PIC)**

ISBN 978-958-8361-44-4

Guía de atención integral de salud ocupacional para Trabajadores Expuestos a plaguicidas inhibidores de la colinesterasa (organofosforados y carbamatos) (GATISO-PIC)

Autor Institucional: Ministerio de la Protección Social

Ministerio de la Protección Social

Año de la publicación: 2007

Bogotá D. C., Diciembre de 2007

© Derechos reservados

La reproducción total o parcial de este documento, puede realizarse previa autorización del Ministerio de la Protección Social.

Interventoría: Francisco José Tafur Sacipa, Dirección General de Riesgos Profesionales, Ministerio de la Protección Social

Impresión:



Libertad y Orden

Ministerio de la Protección Social

República de Colombia

DIEGO PALACIO BETANCOURT

Ministro de la Protección Social

CARLOS JORGE RODRÍGUEZ RESTREPO

Viceministro Técnico

BLANCA ELVIRA CAJIGAS

Viceministro de Salud y Bienestar

**ANDRÉS FERNANDO PALACIOS
CHAVERRA**

Viceministro de Relaciones Laborales

ROSA MARÍA LABORDE CALDERÓN

Secretaria General

ANA MARÍA CABRERA VIDELA

Directora General de Riesgos Profesionales

SUBCENTRO DE SEGURIDAD SOCIAL Y RIESGOS PROFESIONALES
VICERRECTORA ACADÉMICA – EDUCACIÓN CONTINUA

Coordinadora técnica

Bertha Eugenia Polo Alvarado, médica especialista en Salud Ocupacional y master universitario en Toxicología

Coordinadora Administrativa

Mabel Hernández Díaz, optómetra especialista en Salud Ocupacional, magíster en Administración de Salud.

Equipo Base de Investigación

Óscar Nieto Zapata, Médico, MSc Occupational Medicine

Jorge Humberto Mejía Alfaro, médico especialista en Epidemiología y en Salud Ocupacional

Autores temáticos

David Andrés Combariza Bayona, médico especialista en Medicina del Trabajo y candidato a magister en Toxicología.

Marcela Eugenia Varona Uribe, médico Toxicóloga, especialista en Epidemiología, especialista en Medicina del Trabajo, Candidata a PhD en Ciencias Biológicas con énfasis en Genotoxicología.

Melba Vélez Osorio, química especialista en Higiene Industrial, MSc Química.

Álvaro De Jesús Araque García, ingeniero químico, especialista en Seguridad, Higiene y Gestión Ambiental.

Asesores en higiene industrial

José Manuel López Camargo, ingeniero químico, magíster en Higiene y Seguridad industrial.

Luis Guillermo Araque Muñoz, administrador de empresas, master en Prevención de Riesgos Laborales y especialista en Higiene Ocupacional.

Luis Rogelio Hernández Montenegro, químico farmacobiólogo (QFB). MSc en Bioquímica, magister en Educación Superior.

Asesor Metodológico

Carlos Gómez Restrepo, médico Psiquiatra, MSc Epidemiología Clínica.

Participantes en las validaciones

Adriana Velásquez H., Compensar.

Ana Carolina Álvarez P. ARP Colmena
Carlos A. Ospino Floréz, Coomeva EPS
Claudia Nieves, ARP Seguros Bolivar.
Claudia Patricia Carreño, UPTC.
Claudia Rangel. Link-So
Cielo Linares, EPS Sanitas
Consuelo Granja Palacios, Pontificia Universidad Javeriana.
Elkin Gil, Universidad del Rosario
Francisco Javier Galvis Castro, ASSOC Ltda.
Humberto Gómez Jaime, Previsora Vida ARP.
Jaime Quintero Cardoso, Asocolflores.
Jeannette Jurado Rueda, Salud Total EPS.
Jorge Figueroa, enfermero especialista en SO.
Jorge Nelson Ramírez, Incolbestos S.A.
Jorge Enrique Bejarano. Consejo Colombiano de Seguridad
José Acosta León, La Previsora Vida S.A. ARP.
José E. Delgadillo. Confederación de Pensionados
Julio Castellanos, Hospital Universitario San Ignacio
Julio R. Patarroyo, Arseg.
Laura Carolina Castiblanco, ARP La Equidad
Libia Molina Malaver, Universidad Manuela Beltrán.
Luisa Fernanda Lozano. ARP alfa
Luis Guillermo Marquez Medina, Colmena ARP.
Martha Janette Corzo. Pontificia Universidad Javeriana
Mayaris Pizarro Badillo, Universidad Nacional de Colombia.
Nevardo Bejarano, ARP Liberty
Norma Enith Vargas, EPS SOS
Ramón Lago, 3M Colombia

Sandra E. Arévalo, ARP. Bolívar

Sandra Salazar. C.I. Colombian C.

Saúl Tomas Salas Suarez. La Previsora Vida S.A.

Yaira Milen Rios Mora, Humanavivir EPS

FECHA EN LA CUAL SE TERMINÓ DE ELABORAR: Diciembre 14 de 2007

VALIDA HASTA: Diciembre 14 de 2011.

La Guía tendrá validez por un período de cuatro años

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN ESTRUCTURADO DE LA GUÍA	9
CONFLICTOS DE INTERÉS.....	12
INTRODUCCIÓN.....	13
1. OBJETIVO.....	15
2. METODOLOGÍA.....	15
2.1 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	15
2.2 DESCRIPCIÓN DE LA ESTRATEGIA EMPLEADA PARA FORMULAR LAS PREGUNTAS DE LA GUÍA	15
2.3 DESCRIPCIÓN DE LAS ESTRATEGIAS UTILIZADAS PARA BUSCAR LA EVIDENCIA	15
2.4 DESCRIPCIÓN DE PROCESO PARA SELECCIONAR, REVISAR Y LA RESUMIR LA EVIDENCIA	16
2.5 CALIFICACIÓN DE LA EVIDENCIA. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO UTILIZADO POR EL GRUPO PARA EMITIR LAS RECOMENDACIONES.....	17
2.6 FORMULACIÓN DE RECOMENDACIONES CON NIVELES DE EVIDENCIA Y GRADO DE RECOMENDACIÓN	20
2.7 BENEFICIOS, RIESGOS Y COSTOS	22
2.8 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO UTILIZADO PARA VALIDAR LAS RECOMENDACIONES	23
2.9 SEGUIMIENTO Y ACTUALIZACIÓN DE LA GUÍA	23
3. POBLACIÓN USUARIA	23
4. POBLACIÓN OBJETO	24
5. RESUMEN DE LAS RECOMENDACIONES.....	24
5.1 ABORDAJE SISTEMÁTICO DE LA EVALUACIÓN AMBIENTAL A RIESGOS QUÍMICOS.	24
5.2 RESUMEN DE OTRAS RECOMENDACIONES.	31
6. MARCO CONCEPTUAL	32
6.1 DEFINICIONES.	32
6.2 CARACTERÍSTICAS DE LOS PLAGUICIDAS INHIBIDORES DE ACETILCOLINERSTERASA	33
6.3 MECANISMO DE ACCIÓN Y METABOLISMO	34
6.4 INTOXICACIÓN AGUDA POR INHIBIDORES DE COLINESTERASA	35
6.5 SÍNDROME INTERMEDIO	36
6.6 NEUROPATÍA RETARDADA INDUCIDA POR ORGANOFOSFORADOS	36
6.7 OTROS EFECTOS POR EXPOSICIÓN CRÓNICA A INHIBIDORES DE COLINESTERASA	36
7. RECOMENDACIONES.....	37
7.1 IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS	37
7.2 INTERVENCIONES PARA EL CONTROL DE LOS FACTORES DE RIESGO.	63
7.3 VIGILANCIA DE LA SALUD DE LOS TRABAJADORES	78
7.4 DIAGNÓSTICO	85
7.5 TRATAMIENTO	91
7.6 REHABILITACIÓN	99
BIBLIOGRAFÍA.....	103
GLOSARIO DE TERMINOS Y DE SIGLAS	112
GLOSARIO	112
SIGLAS Y ABREVIATURAS UTILIZADAS.....	118
APENDICES.....	120

RESUMEN ESTRUCTURADO DE LA GUÍA

Objetivo. Emitir recomendaciones basadas en la evidencia para el manejo integral (promoción, prevención, diagnóstico, tratamiento y rehabilitación) de los posibles desenlaces derivados de la exposición ocupacional a plaguicidas inhibidores de la enzima acetilcolinesterasa (intoxicación aguda, síndrome intermedio, neuropatía retardada inducida por organofosforados).

Definición de la patología.

Intoxicación aguda por inhibidores de colinesterasa

(Efecto tóxico de plaguicidas fosforados y carbamatos – CIE: T600).

Cuadro clínico secundario a la exposición a dosis grandes de inhibidores de acetilcolinesterasa, caracterizado por el desarrollo de un síndrome colinérgico derivado de la estimulación persistente por la acetilcolina a causa de la inhibición de la acetilcolinesterasa presentada dentro de las 24 horas después de la exposición.

Síndrome Intermedio

(Efectos adversos de agentes anticolinesterasa (CIE: Y510).

Es un cuadro caracterizado por debilidad de los músculos proximales de las extremidades y parálisis de los nervios craneales, que se presenta 24 a 96 horas después de la intoxicación aguda con plaguicidas organofosforados.

Polineuropatía retardada inducida por organofosforados

(Polineuropatía debida a otro agente tóxico - CIE: G622).

Síndrome presentado entre el 7 a 21 días después de la exposición aguda a organofosforados, o tras exposición crónica a dichos compuestos y que se caracteriza por la afección de los tractos nerviosos largos, originando debilidad en musculatura de extremidades, y asociado a compromiso sensitivo variable.

Alcance: La GATISO-PIC contempla los principales desenlaces clínicos originados por la exposición laboral a los plaguicidas inhibidores de colinesterasa (organofosforados y carbamatos). Los efectos genotóxicos, mutagénicos y neurocomportamentales no fueron tenidos en cuenta para el desarrollo de esta Guía.

Las recomendaciones emitidas están enfocadas en la prevención, diagnóstico y tratamiento de los posibles desenlaces; sin embargo, también aporta elementos que contribuyen en los procesos de determinación de origen de enfermedad y evaluación de pérdida de capacidad laboral. Las recomendaciones orientan la buena práctica del quehacer de los usuarios de la Guía y permiten evaluar mejor la evidencia disponible. no adoptarlas deberá ser justificación y soportada.

Opciones. Las diferentes opciones consideradas para el desarrollo de la Guía incluyeron los factores de riesgo, las diversas alternativas de promoción y prevención, los aspectos de vigilancia y algunas de las estrategias de diagnóstico, manejo y rehabilitación.

Desenlaces. Las consecuencias evaluadas tras la exposición ocupacional a plaguicidas inhibidores de colinesterasas fueron la intoxicación aguda, el síndrome intermedio y la neuropatía retardada, se tuvo en cuenta algunas de sus complicaciones y su repercusión sobre la salud y desempeño laboral de los trabajadores.

Valores. En el desarrollo de esta Guía no se utilizaron técnicas de maximización de utilidades ni se incorporó la opinión de la población objeto. La valoración de la importancia de los desenlaces la hicieron los autores y no se utilizaron técnicas explícitas de análisis de decisiones en las que se comparan riesgos-costos y utilidades.

Metodología La evidencia se obtuvo mediante la búsqueda exhaustiva en bases de datos especializadas, realizada por los autores y el epidemiólogo asesor metodológico, y orientada por una serie de preguntas relacionadas con la promoción, la prevención, el diagnóstico, el tratamiento y la rehabilitación de los desenlaces asociados a la exposición ocupacional y a la intoxicación por inhibidores de la enzima acetilcolinesterasa, las cuales fueron formuladas por el equipo de trabajo. Independientemente los autores revisaron los artículos y los clasificaron de acuerdo con: el tipo de estudio, la calidad de éstos, la utilidad para la respuesta a la pregunta planteada y el nivel de evidencia aportado; de acuerdo con esto se evaluaron con base en la lista de chequeo ajustada para este fin (Ver diagrama de flujo 1 y apéndice 1). Luego, en trabajo conjunto, los miembros del equipo realizaron una nueva revisión de la valoración de dichas calificaciones.

Beneficios, riesgos y costos. Con la implementación de esta Guía se obtendrán beneficios para los empleadores y los trabajadores, principalmente desde el punto de vista preventivo, logrando una disminución en la incidencia y en la prevalencia de las intoxicaciones por inhibidores de acetilcolinesterasa y sus posibles efectos secundarios. Así mismo permitirá unificar las estrategias de tratamiento y contribuirá a aclarar la magnitud del problema, por medio de la homogenización del registro de los casos de intoxicación con estas sustancias. Con todos esos aspectos, junto con la corrección de las condiciones generadoras del riesgo e incentivando el reintegro laboral temprano, se logrará contribuir directamente a reducir los costos por carga de enfermedad en el Sistema de Seguridad Social Integral Colombiano.

Los riesgos que pueden derivarse de la aplicación de la Guía se relacionan con la toma de muestras biológicas para la medición de niveles de actividad de acetilcolinesterasa y con los posibles efectos derivados de la aplicación de los antídotos y medicamentos necesarios para el tratamiento de los casos de intoxicación.

Aunque un estudio formal de las consecuencias de implementar la Guía, en cuanto a

los costos y el impacto, trasciende al presente ejercicio, se cree que los costos que se puedan derivar de ello, se relacionan directamente con la verificación de la adherencia a las recomendaciones por parte de la población usuaria, la evolución de las condiciones ambientales, implementación de los controles, principalmente los de ingeniería y de los programas de vigilancia médica que se recomiendan y que involucran la participación activa de profesionales de varias disciplinas y de los trabajadores (incluye la capacitación y actualización). Adicionalmente, se derivan de la búsqueda activa de casos para la intervención precoz y oportuna, así como de la aplicación de las opciones terapéuticas. También se impactarán los costos del Sistema de Seguridad Social Integral (SSSI) por la implementación de programas de rehabilitación integral.

Diagrama de flujo de la intervención ambiental y vigilancia médica. Ver diagramas de flujo 2, 3 y 4 más adelante.

Recomendaciones. La totalidad de las recomendaciones se presenta resumida en el numeral 5.3 y de manera detallada en el capítulo 7 de este documento.

Validación. El proceso de validación de la Guía se realizó a través de la revisión por pares externos y de una reunión de discusión pública que se llevó a cabo el 21 de noviembre de 2007, en la ciudad de Bogotá. El documento de la Guía preliminar GATISO PIC junto con el instrumento para su evaluación, fue remitido a los diferentes actores del SSSI, al igual que a las asociaciones y sociedades científicas y profesionales relacionadas con la temática objeto de la Guía, universidades, agremiaciones, centrales obreras y sindicatos, empresas y profesionales independientes, con un plazo de 10 días para realizar la retroalimentación.

Las observaciones de los evaluadores de los dos procesos fueron analizadas, discutidas y definida su inclusión en la Guía por el grupo de trabajo y la interventoría. Las recomendaciones acogidas se sometieron al proceso metodológico descrito anteriormente.

Patrocinador. Este proyecto fue financiado en su totalidad por el Fondo de Riesgos Profesionales del Ministerio de la Protección Social. El interventor del contrato por parte del Ministerio fue el Dr. Francisco José Tafur Sacipa.

CONFLICTOS DE INTERÉS.

Los conflictos de interés se presentan cuando un autor o las instituciones a las que esté afiliado, tienen relaciones económicas o personales que influyen inadecuadamente (sesgan) sus juicios o acciones, y existen independientemente de que el individuo en cuestión crea que las mencionadas relaciones pueden afectar o no su juicio. Estos conflictos son inevitables en la práctica y rara vez descalifican a un autor para participar en el desarrollo de un trabajo como el de esta Guía; por lo tanto no se eliminan, pero se advierte a los lectores sobre cualquier conflicto potencial.

En consecuencia, los involucrados en el proceso de creación de la Guía, se les pidió hacer explícitas las relaciones que pudieran ser origen potencial de conflictos de interés mediante el diligenciamiento del formato correspondiente.

El resultado de la indagación a cada uno de los autores se presenta en el siguiente cuadro:

AUTORES Y ASESORES	A	b	c	d	E	f	g
David Andrés Combariza Bayona.	X						X
Marcela Varona Uribe.	X	X				X	X
Jose Manuel López Camargo.		X					X
Melba Vélez Osório.							
Álvaro de Jesús Araque.	X						X
Bertha Eugenia Polo Alvarado.							
Oscar Nieto Zapata.						X	X
Jorge Humberto Mejía.	X						X
Carlos Gómez Restrepo.							

En la tabla anterior se marca con X las respuestas afirmativas que cada uno de los autores declaró como posible conflictos de interés.

- a. En los últimos cinco años he tenido actividad clínica o profesional que incluye pacientes con la patología o sitios de trabajo en los que existe el factor de riesgo objeto de la Guía.
- b. Tengo publicaciones científicas, actividad investigadora o de consultoría en curso, en el campo del objeto de la presente Guía (con independencia del origen de su financiación).
- c. En los últimos cinco años he aceptado financiación o patrocinio de una organización que se pueda beneficiar de los resultados de esta Guía.
- d. En los últimos cinco años he sido empleado de una organización que se pueda beneficiar de los resultados de esta Guía.
- e. Poseo acciones de bolsa, bonos, etc., de una organización que se puede beneficiar de los resultados de esta Guía.
- f. Soy autor o coautor de alguno de los estudios mencionados en las referencias de la Guía.
- g. En consecuencia, declaro que tengo un conflicto de interés potencial.

INTRODUCCIÓN

La actividad agropecuaria es una de las principales actividades económicas en Colombia, donde la aplicación de plaguicidas es una práctica común para el control de *plagas indeseadas*, y evitar pérdidas significativas en la producción. Como la mayoría de plaguicidas no actúan selectivamente, su efecto tóxico afecta especies *no blanco*, como el mismo hombre. La exposición significativa a plaguicidas en los trabajadores encargados de su manipulación y aplicación, ocasiona riesgos para su salud en la medida en que no se cuenta con un control real en el proceso productivo, ni con los elementos de protección adecuados, o con la capacitación para el manejo de este tipo de productos.

Factores como la frecuente exposición a los plaguicidas, su fácil acceso, el uso de tecnologías inseguras para su aplicación y su manipulación por parte de personas sin entrenamiento, entre otros, determinan un mayor riesgo de ocurrencia de intoxicaciones agudas; así mismo, diversos efectos crónicos derivados de la exposición recurrente a bajas dosis de estas sustancias.

La Organización Mundial de la Salud, estima que cada año en el mundo se presentan unos 3 millones de casos de intoxicaciones agudas con plaguicidas, de las cuales cerca de 220,000 tienen un desenlace fatal. Tan solo un promedio de 300,000 casos de intoxicación son derivados de exposición ocupacional accidental. Los intentos de suicidio son los responsables de las dos terceras partes (2/3) del total de estas intoxicaciones y se presentan principalmente en países en vía de desarrollo (Jeyaratnam, 1990).

En Colombia, los plaguicidas inhibidores de colinesterasa (organofosforados y carbamatos) constituyen el grupo de insecticidas más frecuentemente utilizados en el control de plagas en los cultivos, programas de erradicación de vectores de importancia en salud pública y control de plagas en nivel domiciliario. También se utilizan otros grupos de plaguicidas como piretroides, fungicidas, herbicidas bupiridilos y fenoxiacéticos e inclusive organoclorados (actualmente prohibidos) (Idrovo 2000; Cardenas, 2005).

Debido a su amplio uso y de acuerdo con el riesgo que los plaguicidas pueden generar en la salud, la legislación nacional ha promulgado diferentes normas que buscan contribuir a la reducción del peligro relacionado con el uso de estas sustancias. Dentro de estas se encuentran el Decreto 2811 de 1974, por el cual se establecen las medidas de protección personal en el uso y manejo de plaguicidas, el Decreto 775 de 1990 del Ministerio de Salud, por el cual se reglamentan parcialmente los títulos III, V, VI, VII y XI de la Ley 09 de 1979, sobre uso y manejo de plaguicidas, el Decreto 1843 del 22 de Julio de 1991 que reglamenta el uso y manejo de plaguicidas, la Ley 55 de 1993, relacionada con la seguridad de la utilización de productos químicos en el trabajo y la Resolución 1068 del 24 de Abril de 1996 del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), la cual adopta el Manual Técnico en Materia de Aplicaciones de Insumos Agrícolas.

Además, el Grupo Salud Ambiental del Instituto Nacional de Salud, desarrolla el programa de vigilancia epidemiológica de plaguicidas organofosforados y carbamatos, VEO, entre cuyos objetivos se encuentra la detección precoz de los casos de intoxicación y también impulsar el desarrollo de actividades de promoción, prevención y control que disminuyan la incidencia de casos de intoxicación en los trabajadores.

Esta Guía constituye fundamentalmente una herramienta para la toma de decisiones en tres desenlaces (intoxicación aguda, síndrome intermedio y neuropatía retardada por organofosforados) asociados con la exposición laboral a plaguicidas inhibidores de acetilcolinesterasa en forma accidental aguda y crónica. Así, se recomiendan cursos de acción óptimos y eficientes (pasos críticos), pero no se definen niveles mínimos de desempeño, ni se formulan programas o políticas.

De igual manera, la Guía contribuye a los procesos de determinación del origen y calificación de pérdida de la capacidad laboral, pero no define metodologías o procedimientos específicos para la evaluación y el control. Dado que las recomendaciones fueron emitidas con base en la mejor evidencia disponible, no adoptarlas debe tener una justificación soportada.

Por último, se espera que el seguimiento de las recomendaciones por parte de los profesionales a quienes va dirigida la Guía, permita mejorar la consistencia y la calidad de la atención que se les brinda a los trabajadores, así como la eficiencia y efectividad de la utilización de los recursos y, contribuya a reducir la brecha entre la producción del conocimiento y su utilización en la práctica preventiva.

1. OBJETIVO

Emitir recomendaciones basadas en la evidencia para el manejo integral (promoción, prevención, diagnóstico, tratamiento y rehabilitación) de la intoxicación aguda, el síndrome intermedio y la neuropatía retardada, derivados de la exposición ocupacional a plaguicidas inhibidores de la enzima acetilcolinesterasa.

2. METODOLOGÍA

2.1 Descripción del proceso

Se partió de la selección del equipo técnico para la construcción de la Guía. Una vez integrado este equipo se estandarizó en la metodología de medicina basada en la evidencia por parte de los asesores metodológicos, con quienes posteriormente se inició la formulación de las preguntas y el abordaje de la Guía. Al concluir la construcción de las preguntas, se buscaron los hallazgos científicos de manera simultánea con la construcción del marco conceptual.

Cada uno de los autores temáticos se encargó de calificar la evidencia con base en la metodología proporcionada por el grupo de asesores metodológicos. Posteriormente, se discutieron los criterios de calificación de la evidencia y se evaluó. Para los casos en los que la evidencia fue insuficiente, se estableció un consenso entre el grupo de trabajo, basado en la experiencia de cada uno de sus miembros. En ocasiones se procedió a la consulta de expertos.

2.2 Descripción de la estrategia empleada para formular las preguntas de la Guía

Se elaboró un documento de estandarización técnico-metodológico, en donde se definió el abordaje de la Guía como una guía de atención integral. Con base en esto, y con el acompañamiento de los asesores metodológicos, se elaboró un listado exhaustivo de preguntas relacionadas con el agente, el hospedero o anfitrión y el ambiente, según el modelo de la historia natural de la enfermedad de Leavell y Clark y teniendo en cuenta el quehacer de los usuarios de la Guía. Una vez definidas las preguntas, se buscó la evidencia disponible para cada una de ellas.

2.3 Descripción de las estrategias utilizadas para buscar la evidencia

Con las palabras clave obtenidas de la formulación de las preguntas y para cada capítulo de la Guía se buscó la información de acuerdo con estrategias estándar formuladas por los asesores metodológicos y desarrolladas conjuntamente con los bibliotecólogos de la Universidad Javeriana.

Se realizaron las búsquedas específicas con los términos que aparecen en las siguientes agrupaciones:

- Identificación de peligros y evaluación de riesgos: *risk assessment, pesticide occupational exposure.*
- Intervenciones para el control de los factores de riesgo: *hygiene, pesticide, personal protective elements, reentry.*
- Vigilancia de la salud de los trabajadores: *surveillance, biological monitoring, organophosphate compounds, carbamate compounds.*
- Diagnóstico: *cholinesterase levels, neuropathy, intermediate syndrome, delayed neuropathy.*
- Tratamiento: *organophosphate poisoning, oximes, antidote, atropine, alkalization.*
- Rehabilitación: *rehabilitation, neuropathy.*

La búsqueda de artículos se realizó con los siguientes motores de Búsqueda: Medline, Gateway, Toxnet, Embase, Cochrane Database of Systematic Reviews (CDSR), Cochrane Controlled Trials Registry (CCTR). La búsqueda se limitó a los artículos en los idiomas inglés y español. Se identificó un volumen importante de artículos de ciencias básicas y animales, relacionados con estudios comparativos de toxicidad de diferentes plaguicidas y evaluación de modelos de desencadenamiento de desenlaces que fueron excluidos.

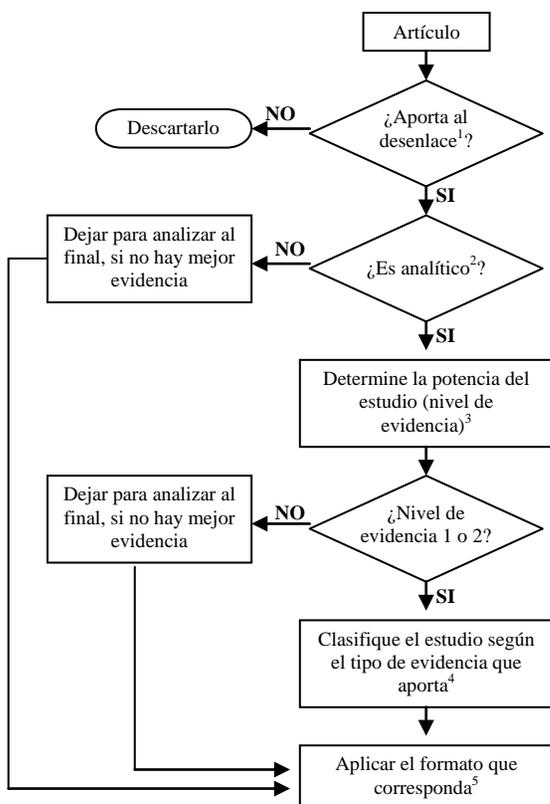
Se revisaron artículos publicados en los últimos 10 años. Se analizaron el título y los resúmenes (*abstracts*) de cada uno de los documentos que se encontraron, de acuerdo con las preguntas identificadas por los autores, y se seleccionaron aquellos que mejor respondiesen a las mismas. Se tuvo en cuenta el tipo de diseño y criterios usuales de calidad de la evidencia.

Se obtuvieron en total 135 publicaciones que fueron revisadas para la selección de los artículos y estudios considerados pertinentes. Se revisaron los resúmenes de estos estudios y se obtuvo el artículo original de los artículos de interés. Para emitir las recomendaciones se utilizaron 80 publicaciones.

2.4 Descripción de proceso para seleccionar, revisar y la resumir la evidencia

Para llevar a cabo este proceso se siguió la estrategia presentada en el Diagrama 1

Diagrama de flujo 1. Análisis de los artículos



NOTAS

1 – El desenlace se refiere a la patología de interés.

2 – Se consideran estudios analíticos aquellos en los cuales se comparan dos o más grupos de población para investigar asociación entre variables. Ejemplos de estudios analíticos (se enuncian de menor a mayor potencia): casos y controles, cohortes, ensayos clínicos aleatorizados o experimentales. Si en un estudio de corte transversal (*cross sectional*) se comparan dos grupos de personas (uno con la característica de interés y otro sin ella), se puede incluir en este grupo.

3 – El nivel de evidencia que aporta el estudio lo determina básicamente el diseño del estudio. De menor a mayor: estudio de casos, prevalencia, corte (*cross sectional*), casos y controles, cohortes, ensayo clínico aleatorizado o experimental. El nivel de evidencia se determina de acuerdo con lo establecido en la Guía. (Véanse las tablas de “Niveles de la Evidencia para Estudios que Evalúan Intervenciones” y “Niveles de la Evidencia para Estudios que Evalúan Pruebas Diagnósticas”).

4 - El tipo de evidencia: se refiere a si el artículo aporta evidencia en causalidad o riesgo, diagnóstico, intervención o pronóstico.

5 – Para los estudios de causalidad o riesgo e intervención, aplica el formato de estudios de prevención o intervención. Para los estudios de diagnóstico (pruebas diagnósticas), aplica el formato del mismo nombre. Para los estudios de pronóstico, aplica el formato de igual denominación.

Fuente: Grupo de investigación del Subcentro de Seguridad Social y Riesgos Profesionales de la Pontificia Universidad Javeriana, Proyecto, Elaboración y Validación de Cinco Guías de Atención Integral de Salud Ocupacional Basadas en Evidencia, 2007

2.5 Calificación de la evidencia. Descripción del proceso utilizado por el grupo para emitir las recomendaciones

- Se utilizó el instrumento estandarizado de evaluación de calidad metodológica desarrollado por el Scottish Intercollegiate Guidelines Network (SIGN, disponible en <http://www.sign.ac.uk/methodology/checklists.html>), adaptado por el grupo de trabajo (véase Apéndice 1): (1) evaluación de validez interna, (2) evaluación de calidad del diseño y de la conducción del estudio y (3) determinación de la consistencia de los resultados, la relevancia clínica y la posibilidad de generalización.
- Se elaboraron tablas de evidencia: resumen de todo lo validado, relacionado con cada pregunta clave.
- Se asignaron niveles de evidencia a la síntesis de evidencia relacionada con cada pregunta clave: calidad y adecuación del diseño y evaluación de calidad. Se utilizó la propuesta de gradación de evidencia.

El *nivel de la evidencia* es una calificación de la calidad del conjunto de la evidencia con base en el cual se emite una recomendación. Es necesario hacer hincapié en que se pretende calificar el conjunto de evidencia que se logró reunir, para emitir una recomendación, más que cada uno de los estudios individuales que forman parte de dicha evidencia.

Niveles de la evidencia para estudios que evalúan intervenciones

Nivel	Tipo de evidencia
1 ⁺⁺	<ul style="list-style-type: none"> • Revisiones sistemáticas o metanálisis de ensayos controlados aleatorios (ECA), de alta calidad (muy baja probabilidad de sesgos).
1 ⁺	<ul style="list-style-type: none"> • ECA de alta calidad (muy baja probabilidad de sesgos). • Revisiones sistemáticas o metanálisis de ECA bien conducidos (baja probabilidad de sesgos).
1 ⁻	<ul style="list-style-type: none"> • ECA bien conducidos (baja probabilidad de sesgos). • Revisiones sistemáticas o metanálisis de ECA o ECA con alta probabilidad de sesgos*.
2 ⁺⁺	<ul style="list-style-type: none"> • Revisiones sistemáticas de alta calidad de estudios de cohorte o de estudios de casos y controles.
2 ⁺	<ul style="list-style-type: none"> • Estudios de cohorte o de casos y controles de alta calidad, con muy baja probabilidad de confusión, sesgos o azar, y una alta probabilidad de una relación causal.
2 ⁻	<ul style="list-style-type: none"> • Estudios de cohorte o de casos y controles bien conducidos, con baja probabilidad de confusión, sesgos o azar, y una moderada probabilidad de una relación causal. • Estudios de cohorte o de casos y controles con alta probabilidad de confusión, sesgos o azar y riesgo significativo de que la relación no sea causal*.
3	<ul style="list-style-type: none"> • Estudios no analíticos (<i>i. e.</i>, series o reportes de casos).
4	<ul style="list-style-type: none"> • Consenso formal, opiniones de expertos.

* Los estudios con un nivel de evidencia 1⁻ y 2⁻ no deberían usarse como base para emitir recomendaciones.

Fuente: Scottish Intercollegiate Guidelines Network (SIGN)

<http://www.sign.ac.uk/methodology/checklists.html> adaptado por el Grupo de Epidemiología Clínica de la Facultad de Medicina de la Pontificia Universidad Javeriana, Proyecto Elaboración y Validación de Cinco Guías de Atención Integral de Salud Ocupacional Basadas en la Evidencia, 2006.

Niveles de la evidencia para estudios que evalúan pruebas diagnósticas

Nivel	Tipo de evidencia
1 ^a	Revisión sistemática (con homogeneidad [*]) de estudios de nivel 1 ^{**}
1b	Estudios de nivel 1 ^{**}
2	Revisión sistemática (con homogeneidad ¹) de estudios de nivel 2 ^{***} Estudios de nivel 2 ^{***}
3	Revisión sistemática (con homogeneidad ¹) de estudios de nivel 3 ^{****} Estudios de nivel 3 ^{****}
4	Consenso formal, opiniones de expertos, experiencia clínica sin evaluación crítica, opiniones con base en fisiología o investigación básica de laboratorio

* Homogeneidad significa que no hay variaciones en la dirección ni en el grado de los resultados entre los estudios individuales incluidos en la revisión, o que estas variaciones son menores.

** Son estudios de nivel 1: los que usaron una comparación ciega de la prueba con un estándar de referencia y en una muestra de pacientes que refleja la población en la que se aplicaría la prueba.

*** Son estudios de nivel 2 los que sólo tienen uno de los siguientes defectos: (i) usaron un estándar de referencia pobre (la prueba en evaluación formó parte del estándar de referencia o los resultados de la prueba en evaluación influyeron en la decisión de usar el estándar de referencia); (2) la comparación entre la prueba y el estándar de referencia no fue ciega, y (iii) estudios de casos y controles.

**** Son estudios de nivel 3 los que tienen más de uno de los defectos mencionados en ***.

Fuente: Scottish Intercollegiate Guidelines Network (SIGN)

<http://www.sign.ac.uk/methodology/checklists.html> adaptado por el Grupo de Epidemiología Clínica de la Facultad de Medicina de la Pontificia Universidad Javeriana, Proyecto Elaboración y Validación de Cinco Guías de Atención Integral de Salud Ocupacional Basadas en la Evidencia, 2006.

Se han sugerido y utilizado múltiples criterios y escalas para establecer el nivel de la evidencia y el grado de las recomendaciones. Si bien hay marcadas diferencias entre estos sistemas, todos ellos tienen el mismo propósito. A continuación se presenta un sistema para calificar el nivel de la evidencia y el grado de las recomendaciones modificado de lo disponible en las siguientes fuentes:

- National Institute for Health and Clinical Excellence. *Guideline Development Methods*. Chapter 7: Reviewing and Grading the Evidence. (<http://www.nice.org.uk/page.aspx?o=guidelinstechmanual>, consultado el 24 de febrero de 2006).
- New Zealand Guidelines Group. *Handbook for the Preparation of Explicit Evidence-Based Clinical Practice Guidelines* (<http://www.nzgg.org.nz>, consultado el 24 de febrero de 2006).
- Scottish Intercollegiate Guidelines Network. *A Guideline Developer's Handbook* (<http://www.sign.ac.uk/>, consultado el 24 de febrero de 2006).

2.6 Formulación de recomendaciones con niveles de evidencia y grado de recomendación

El equipo de trabajo técnico encargado de cada una de los temas de la Guía desarrolló las recomendaciones teniendo en cuenta la evaluación previa de la evidencia y su experiencia. Cada recomendación venía acompañada de un resumen de la evidencia, el grado de la recomendación y la evaluación crítica de la evidencia. Posteriormente, ese texto era revisado por los otros miembros del equipo, quienes se encargaron de retroalimentar el proceso.

Una vez se logró el consenso, se establecieron las recomendaciones definitivas con su respectivo sustento. Se integró el documento, fue sometido a la revisión individual de cada uno de los miembros del equipo y en la reunión de trabajo se debatieron y se aclararon inquietudes y conceptos. Una vez concluido el proceso se pasó a la evaluación final por el equipo asesor metodológico.

Las recomendaciones han sido emitidas por el grupo de trabajo que desarrolló la Guía teniendo en cuenta la fortaleza o confianza que se tiene en que, al seguir la recomendación, se logrará más beneficio que daño en los sujetos manejados según las recomendaciones. Este nivel se refleja en el *grado de la recomendación*, cuya escala se presenta a continuación.

Grado de las recomendaciones

Grado	Criterio
A	<p><i>La recomendación (curso de acción) se apoya en evidencia buena.</i></p> <p>La evidencia consiste en resultados de estudios de diseño adecuado para</p>

Grado	Criterio
	<p>responder la pregunta de interés.</p> <p>En consecuencia, hay razones muy firmes para suponer que los beneficios del curso de acción superan sus riesgos o sus costos.</p>
B	<p><i>La recomendación (curso de acción) se apoya en evidencia regular.</i></p> <p>La evidencia consiste en resultados de estudios de diseño adecuado para responder la pregunta de interés pero hay alguna incertidumbre respecto a la conclusión debido a inconsistencias entre los resultados o a defectos menores.</p> <p>La evidencia consiste en resultados de estudios con diseño débil para responder la pregunta de interés, pero los resultados han sido confirmados en estudios separados y son razonablemente consistentes. En consecuencia, hay razones firmes para suponer que los beneficios del curso de acción superan sus riesgos o sus costos.</p>
C	<p><i>La recomendación (curso de acción) sólo se apoya en evidencia deficiente (consensos u opiniones de expertos).</i></p> <p>Para algunos desenlaces no se han adelantado estudios y la práctica sólo se basa en opiniones de expertos.</p>
I	<p><i>No se puede emitir una recomendación debido a que no existe ningún tipo de evidencia.</i></p> <p>No hay evidencia, esta es de mala calidad o muestra gran inconsistencia. En consecuencia, no se puede establecer un balance entre los beneficios y los riesgos o los costos del curso de acción.</p>

Como es obvio, existe una relación directa entre la calidad de la evidencia y la confianza que se tiene al emitir las recomendaciones: si la evidencia es de buena calidad, el grupo que elabora la Guía de Atención Integral (Gatiso) tiene mayor confianza en sus recomendaciones. Adicionalmente, se tuvieron en cuenta para la emisión de las recomendaciones los posibles beneficios que la aplicación de esta Guía pueda aportar a los trabajadores y a la productividad del país, así como los siguientes criterios referentes a la pertinencia local y a la equidad:

Los de *pertinencia local* incluyen la aplicabilidad local, la factibilidad en términos de recursos para su aplicación, la aceptabilidad por parte de los usuarios, la población objeto y los posibles conflictos de intereses.

Los de *equidad* contemplaron la aplicabilidad de la Guía independientemente de la afiliación al Sistema de Seguridad Social, del tamaño de la empresa, del desarrollo del programa de salud ocupacional y del tipo de vinculación laboral.

2.7 Beneficios, riesgos y costos

Con la implementación de esta Guía se obtendrán beneficios para los empleadores y los trabajadores, principalmente desde el punto de vista preventivo, con la disminución en la incidencia y en la prevalencia de las intoxicaciones por plaguicidas inhibidores de colinesterasa y sus desenlaces relacionados. Igualmente, al clarificar y unificar los sistemas de registro, se dispondrá de una estadística real acerca de la magnitud del problema, y al hacer el proceso más estandarizado, se logrará disminuir tiempo y recursos, tanto en la realización de los diagnósticos, como en la decisión terapéutica de cada caso.

Con todos esos aspectos, junto con la corrección de las condiciones generadoras del riesgo e incentivando el reintegro laboral temprano, se logrará contribuir directamente en la reducción de los costos por carga de la enfermedad en el Sistema de Seguridad Social Integral.

Los riesgos que pueden derivarse de la aplicación de la Guía se relacionan con la toma de las muestras para cuantificación de nivel de actividad de acetilcolinesterasa, la administración de los antídotos y los procedimientos médicos necesarios para el diagnóstico, la atención y la rehabilitación de los casos que presenten uno o varios de los desenlaces considerados en la Guía. Sin embargo, se considera que la probabilidad de presentación de tales riesgos es baja.

Aunque un estudio formal de las consecuencias de implementar la Guía, en cuanto a los costos y el impacto, trasciende al presente ejercicio, se considera que los costos que se puedan derivar de ello, se relacionan directamente con la verificación de la adherencia a las recomendaciones por parte de la población usuaria, el monitoreo de las condiciones ambientales, la implementación de los controles, principalmente los de ingeniería y de los programas de vigilancia médica que se recomiendan y que involucran la participación activa de profesionales de varias disciplinas y de los trabajadores (incluye la capacitación y actualización). Adicionalmente, se derivan de la búsqueda activa de casos para la intervención precoz y oportuna, así como de la aplicación de las opciones terapéuticas. También se impactarán los costos del SSSI por la implementación de programas de rehabilitación integral.

2.8 Descripción del proceso utilizado para validar las recomendaciones

El equipo de trabajo sometió el documento preliminar de la Guía a un debate interno cuyo resultado permitió realizar los primeros ajustes. Simultáneamente, se construyó el instrumento de evaluación de la Guía, utilizando como modelo la herramienta estandarizada *Appraisal of Guidelines Research & Evaluation (AGREE)*. El proceso de validación de la Guía se llevó a cabo a través de la revisión por pares externos y una reunión de discusión pública de la versión preliminar.

La versión preliminar de la GATISO-PIC junto con el instrumento para su evaluación (apéndice 2), se remitió a los diferentes actores del Sistema de Seguridad Social Integral, al igual que a las asociaciones y sociedades científicas y profesionales relacionadas con la temática objeto de la Guía, universidades, agremiaciones, centrales obreras y sindicatos, empresas y profesionales independientes, con un plazo de 10 días para el envío de sus comentarios y sugerencias de mejoramiento.

En las reuniones de discusión pública, el documento se sometió a un proceso de evaluación de contenidos y de validez aparente. Las observaciones de los participantes fueron analizadas, discutidas y definida su inclusión en la Guía por el grupo de trabajo y la interventoría. Aquellas recomendaciones que fueron acogidas se sometieron al proceso metodológico descrito.

2.9 Seguimiento y Actualización de la Guía

El mecanismo de la auditoría para verificar la adherencia de los usuarios a las recomendaciones, durante el tiempo de vigencia de la Guía (cuatro años) será establecido por el Ministerio de la Protección Social, al igual que el modo de actualización. El mecanismo de actualización debe iniciarse con anticipación a la fecha de vencimiento, utilizando los resultados obtenidos de la aplicación del instrumento de seguimiento y la revisión por parte de expertos convocados por el Ministerio de la Protección Social. Posteriormente, estas conclusiones se deberán someter a consenso de expertos para establecer la necesidad y los puntos o aspectos a modificar, o actualizar.

3. POBLACIÓN USUARIA

La Guía está destinada a los especialistas de salud ocupacional y áreas afines, así como a los profesionales de la salud (médico del trabajo, médicos generales o especialistas y otros profesionales que tienen cabida dentro del Sistema de Seguridad Social Integral). Adicionalmente, a los trabajadores del área de la salud que se relacionen con la promoción de la salud y que laboren dentro del Plan de atención básica (PAB).

4. POBLACIÓN OBJETO

La población objeto de esta Guía es aquella población trabajadora afiliada o no al Sistema de Seguridad Social Integral y que, en virtud de la actividad desempeñada, puede encontrarse a riesgo de desarrollar intoxicación aguda, síndrome intermedio o neuropatía retardada, asociadas con la exposición laboral y extralaboral presente, pasada y futura a plaguicidas inhibidores de la enzima acetilcolinesterasa (organofosforados y carbamatos). Así mismo, se consideran como población objeto las familias de los trabajadores, quienes pueden verse expuestos de manera directa o indirecta a este tipo de plaguicidas.

5. RESUMEN DE LAS RECOMENDACIONES

- **Abordaje sistemático de la evaluación ambiental a riesgos químicos.**

5.1.1 Proceso sistemático para la identificación, evaluación y control de la exposición ocupacional a riesgos químicos en ambientes de trabajo.

El alcance de la metodología de evaluación de los riesgos originados por exposición a sustancias químicas, tiene como meta obtener información suficiente y necesaria para tomar una decisión apropiada sobre la necesidad de adoptar medidas preventivas. La primera etapa del proceso de evaluación consiste en identificar las sustancias químicas presentes en el ambiente de trabajo en forma de materia prima, producto intermedio, producto final, residuo, impurezas, al igual que las actividades por las cuales los trabajadores se ven expuestos y la vía potencial de ingreso al organismo. En tal sentido, los siguientes subprocesos se constituyen como la línea base de desarrollo de la recomendación 7.1.1 de la presente Guía.

- Inventario de sustancias químicas: identificar la presencia de la totalidad de las sustancias químicas en el lugar de trabajo, en términos de características físicas y químicas, denominación, estado físico, naturaleza toxicológica, etc.
- Inventario de procesos: analizar la forma de producción, disposición, uso de la sustancia con relación al proceso productivo, procesos intermedios, procesos de mantenimiento y apoyo, etc.
- Circunstancias de exposición de la fuerza laboral: establecer en qué circunstancias o de qué forma se pueden exponer los trabajadores a los riesgos químicos.
- Identificación de mecanismos de control: disponer de un listado de los controles técnicos de ingeniería que tienen por objeto mitigar el impacto de las sustancias químicas en los trabajadores, así como los controles de tipo administrativo implementados o establecidos por la empresa.

De identificarse la presencia de uno o más agentes químicos, se deberá proceder a evaluar los riesgos originados por aquellos que no haya sido posible evitar, determinando la naturaleza, el grado y la duración de la exposición de los trabajadores. Esta evaluación deberá incluir también los posibles riesgos de exposición anormal a dichos agentes. La

valoración subjetiva se constituye como un proceso de categorización preliminar del riesgo químico, basado en tres elementos constitutivos entre sí:

- Valoración de la peligrosidad intrínseca de la sustancia, con base en la información de la toxicidad, y factores de riesgos adicionales suministrados por fuentes de información adecuadas, como las hojas de datos de seguridad química (MSDS/FDS) y la literatura especializada.
- Valoración de vía de ingreso (dérmica, inhalatoria, parenteral o digestiva), la cual incluye el análisis de la probabilidad de ingreso de la sustancia de interés con relación a las circunstancias de exposición y posibles vías de ingreso (por ejemplo, la capacidad de producir polvo o pulverizarse del material particulado, volatilidad de los líquidos, la presión de vapor de la sustancia, etc.) al igual que los factores de coexposición y sinergia.
- Valoración de las cantidades usadas o producidas de la(s) sustancia(s) de interés.

Los puntos anteriores se amplían en las recomendaciones 7.1.2 y 7.1.5 de esta Guía.

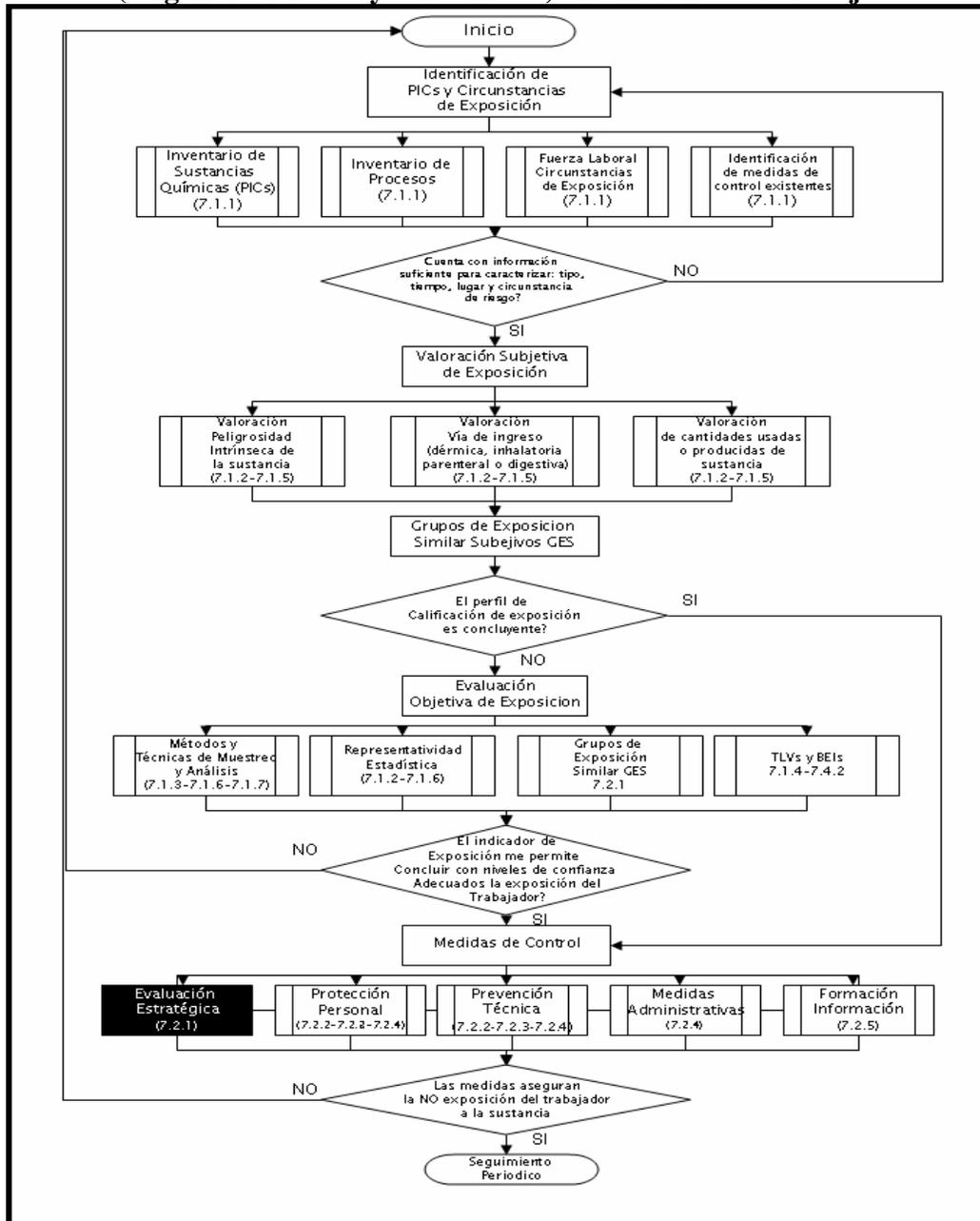
La evaluación subjetiva contempla los aspectos en forma conjunta y sin considerar por separado cada uno de ellos. La evaluación deberá extenderse a cada uno de los puestos de trabajo, habituales y ocasionales de la empresa en los que concurra un riesgo potencial por exposición a sustancias químicas. Para el caso en que el perfil de exposición sea concluyente, el profesional encargado deberá acreditar y justificar la no necesidad de iniciar un proceso de evaluación objetiva de la exposición al riesgo higiénico químico y emprender las medidas necesarias para mitigar el impacto de la sustancia en los trabajadores. En caso de no ser concluyente, pero teniendo en cuenta los niveles de riesgo cualitativos encontrados, se sugiere iniciar un proceso de valoración objetiva que permita establecer con niveles de confianza adecuados la exposición de trabajadores a sustancias químicas, considerando los siguientes aspectos, debidamente indicados en las recomendaciones 7.1.3 a 7.1.6 de esta guía:

- Métodos de evaluación y técnicas de análisis: evaluación crítica de la sustancia en términos de exactitud y precisión tanto de método de muestreo como de técnica analítica (ver recomendaciones 7.1.3 y 7.1.6)
- Representatividad estadística: análisis de los resultados encontrados en términos de confianza y representatividad (ver diagrama de flujo 3).
- Grupos de Exposición Similar (GES): estimación de la necesidad en términos de conveniencia de un abordaje del riesgo químico mediante la organización de las circunstancias de exposición y los niveles de riesgo subjetivos y objetivos (ver recomendación 7.1.2).
- Valores umbrales límite (TLVs, por sus iniciales en inglés) e Índices de Exposición Biológica (BEIs, por sus iniciales en inglés): Estudio crítico de los TLVs en nivel ambiental y de los BEIs de las sustancias químicas que tienen fijado un referente; el análisis incluirá la necesidad de valorar la exposición en términos de dosis de exposición y considerará valoraciones actualizadas a nivel de nuevos hallazgos toxicológicos (ver recomendaciones 7.1.4 y 7.4.2).

Valorar la exposición del riesgo químico de forma objetiva permitirá establecer jerarquías de intervención o plantear necesidades de gestión del riesgo a la luz de la administración integral de las exposiciones ocupacionales (recomendaciones 7.2.1 a 7.2.5 de la Guía):

- Formación e información de trabajadores que permita fomentar una cultura preventiva a partir del principio del Derecho a Saber (ver recomendación 7.2.5).
- Medidas administrativas: como medida de primer orden, la sustitución de sustancias, o disminución de los ciclos de trabajo (ver recomendación 7.2.1 y 7.2.3).
- Prevención técnica: análisis de sistemas de control en la fuente y en el medio mediante el uso de técnicas apropiadas (ver recomendaciones 7.2.1 y 7.2.2).
- Protección personal: medida de tercer nivel de intervención que sólo deberán utilizarse cuando existan riesgos para la salud de los trabajadores que no hayan podido evitarse o limitarse suficientemente por medidas técnicas o mediante métodos o procedimientos de organización del trabajo (ver las recomendaciones 7.2.3 y 7.2.4).
- Evaluación estratégica: la evaluación estratégica se constituye como una herramienta de gestión para garantizar que las exposiciones ocupacionales se administren de forma eficiente y efectiva (ver la recomendación 7.2.1 y el diagrama de flujo 3).

Diagrama de flujo 2.- Proceso sistemático para la identificación, evaluación y control de la exposición ocupacional a plaguicidas inhibidores de colinesterasa (Organofosforados y carbamatos) en ambientes de trabajo.



Fuente: Grupo de investigación del Subcentro de Seguridad Social y Riesgos Profesionales de la Pontificia Universidad Javeriana, Proyecto, Elaboración y Validación de Cinco Guías de Atención Integral de Salud Ocupacional Basadas en Evidencia, 2007

5.1.2 Estrategia para el control de la exposición ocupacional a riesgos químicos.

De forma complementaria al proceso sistemático de identificación, evaluación y control del riesgo químico y como parte del proceso de control, la presente sugerencia ofrece un marco metodológico que permite soportar y gestionar todos los elementos funcionales de la higiene ocupacional dirigidos a acciones permanentes en la empresa con el fin de garantizar la efectividad de medidas preventivas.

La estrategia es de carácter cíclico y se utiliza de forma eficaz garantizando su desarrollo mediante procesos de mejora continua. Como objetivos prioritarios la estrategia busca permitir la construcción de historias higiénico ocupacionales, priorizar los recursos destinados a prevención en riesgos prioritarios que potencialmente afectan a más trabajadores o de forma más agresiva y establecer una comprensión integral bajo la tesis de sinergia de los factores de riesgo higiénicos.

Los componentes básicos de la metodología se indican a continuación:

Inicio: Establecimiento de estrategia de evaluación de la exposición a riesgos químicos.

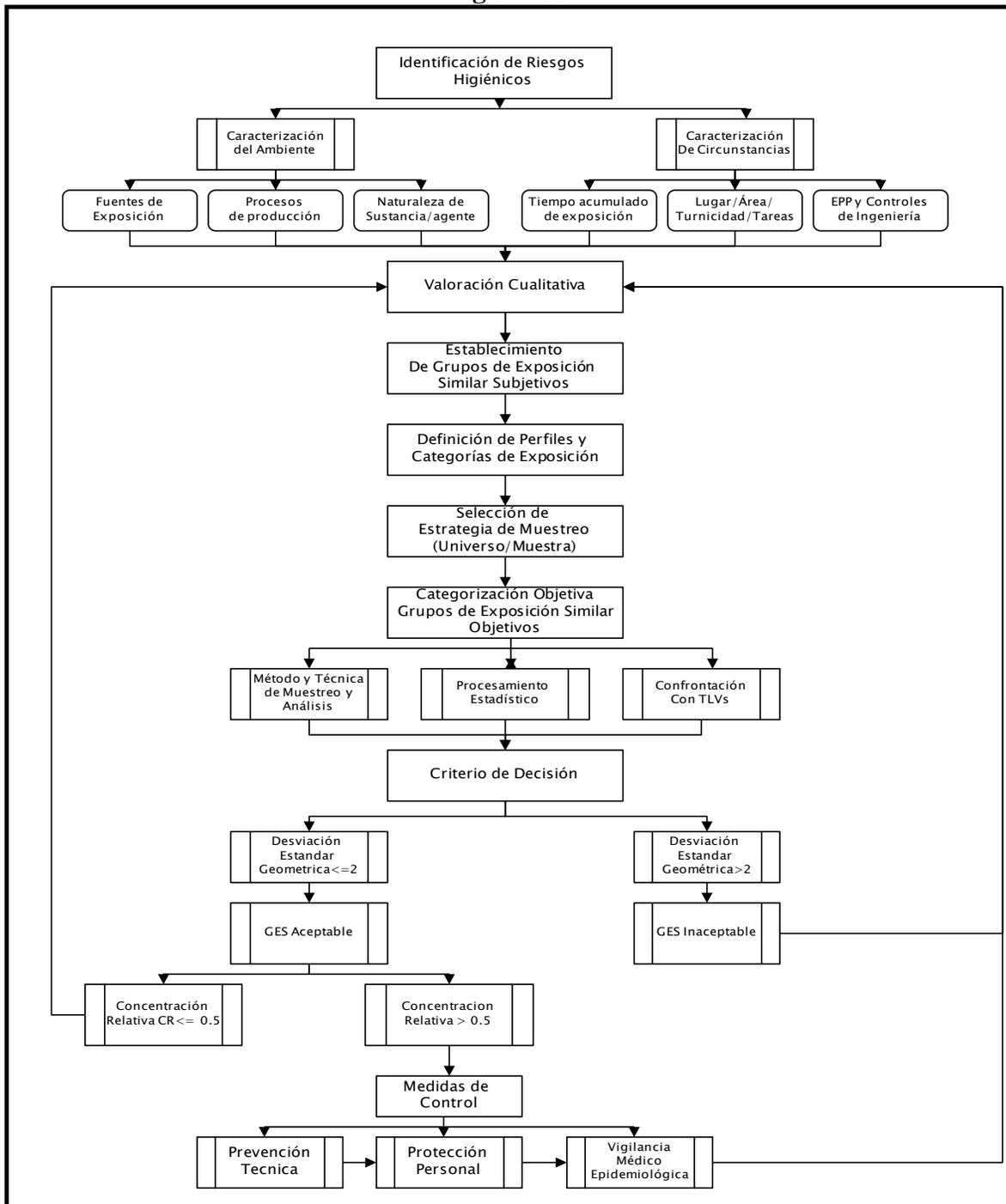
Caracterización básica: Consecución de información suficiente para caracterizar el ambiente de trabajo, la fuerza laboral y los agentes o sustancias de riesgo.

Evaluación de la exposición: Evaluación de las exposiciones en el lugar de trabajo a la luz de la información disponible del mismo, la fuerza laboral y los agentes y sustancias de riesgo. La evaluación incluye:

- a) agrupación de trabajadores que comparten exposiciones similares,
- b) definición de perfiles de exposición a los grupos de trabajadores similarmente expuestos y
- c) criterios de decisión acerca de la aceptabilidad del perfil de exposición de cada Grupo de Exposición Similar.

Medidas de control y vigilancia: Implementación de controles efectivos bajo un esquema de priorización sobre la base de exposiciones inaceptables.

Diagrama de Flujo 3. Estrategia para el control de la exposición ocupacional a riesgos higiénicos.

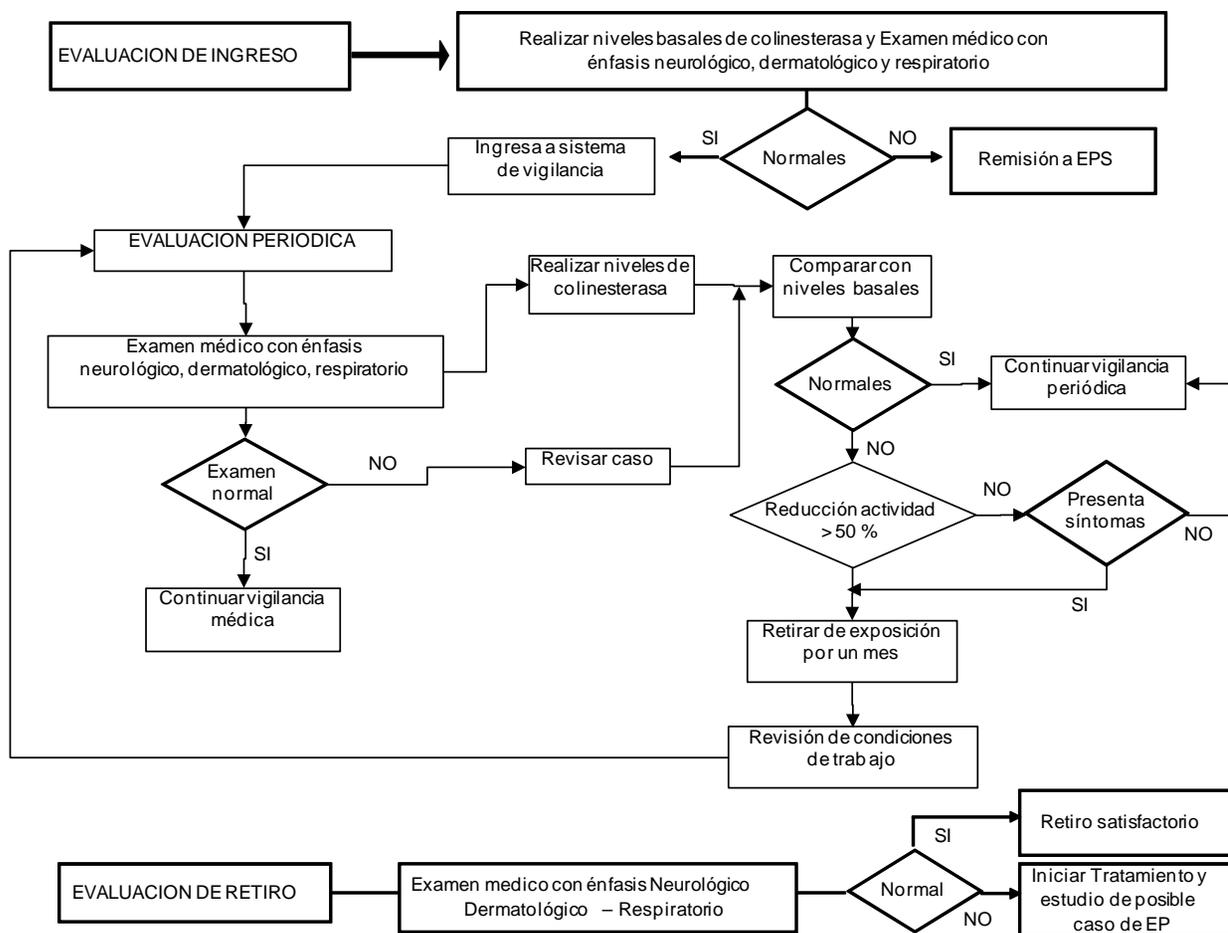


Fuente: Grupo de investigación del Subcentro de Seguridad Social y Riesgos Profesionales de la Pontificia Universidad Javeriana, Proyecto, Elaboración y Validación de Cinco Guías de Atención Integral de Salud Ocupacional Basadas en Evidencia, 2007

5.1.3 Vigilancia Médica por exposición a PIC

Los trabajadores con exposición a plaguicidas inhibidores de la enzima acetilcolinesterasa deben contar con un constante seguimiento de su condición de salud. Para tal fin, se plantea la estrategia de la vigilancia médica preexposición, periódica y de retiro, con el fin de identificar condiciones clínicas que vulneren la salud del trabajador y tomar decisiones oportunas que favorezcan la conservación de la salud, al tiempo que se da cumplimiento a las normas legales (ver Diagrama de flujo 4).

Diagrama de flujo 4. Vigilancia médica de los trabajadores expuestos a PIC.



Fuente: Grupo de investigación del Subcentro de Seguridad Social y Riesgos Profesionales de la Pontificia Universidad Javeriana, Proyecto, Elaboración y Validación de Cinco Guías de Atención Integral de Salud Ocupacional Basadas en Evidencia, 2007

5.2 Resumen de otras recomendaciones.

- Al trabajar con plaguicidas es necesario conocer las medidas básicas de seguridad para el manejo de estos productos y de sus principales características: frecuencia y momento de uso, categoría toxicológica, presentación física y tipo de elementos de protección necesarios para su manipulación, esto con el fin de reducir el nivel de riesgo que puede originar su uso.
- La determinación del nivel de riesgo para el manejo de plaguicidas se puede hacer utilizando la *Caja de herramientas para el control del riesgo químico* recomendado por la Organización Internacional del Trabajo OIT.
- Para la estimación de la exposición por vía aérea se recomienda tener en cuenta los valores umbrales límites (TLV'S) establecidos por la ACGIH.
- En la estimación cualitativa de la exposición por vía dérmica, se sugiere se determine con el método propuesto por el Instituto Francés para la Investigación en Seguridad (INRS).
- El uso de estrategias de capacitación para los trabajadores expuestos a plaguicidas es una actividad de gran importancia para prevenir intoxicaciones por desconocimiento de las indicaciones para su manipulación.
- Los trabajadores expuestos ocupacionalmente a PIC deben ser incluidos en un programa de vigilancia médica que incluya seguimiento médico frecuente, registro de información relacionada con la exposición y estrategias de monitoreo biológico.
- El monitoreo biológico de los trabajadores expuestos a plaguicidas inhibidores de la acetilcolinesterasa y la confirmación de los casos de intoxicación aguda se realiza por medio de la determinación de la actividad de la enzima acetilcolinesterasa.
- De manera complementaria a la vigilancia médica, se deben tener en cuenta aspectos propios del trabajador como: antecedentes de patologías nutricionales, edad, género, exposición extra ocupacional y nivel cultural.
- El diagnóstico de los desenlaces ocasionados por exposición a PIC se basa principalmente en los hallazgos clínicos. En el caso de la intoxicación aguda, la medición de niveles de acetilcolinesterasa puede contribuir a aclarar el diagnóstico.
- El manejo de los casos de intoxicación aguda por PIC se basa en la estabilización del paciente por medio de un adecuado manejo de la vía aérea, oxigenación, inicio precoz del tratamiento con atropina, descontaminación (baño corporal – lavado gástrico según

necesidad), manejo de agitación o convulsiones e inicio de oximas a dosis elevadas en caso de intoxicación moderada a severa por PIC del grupo de los organofosforados.

- El manejo del síndrome intermedio se efectúa básicamente por medio de soporte con ventilación mecánica asistida. En esta condición no existe ninguna utilidad del tratamiento con atropina ni oximas.
- La neuropatía retardada inducida por organofosforados tampoco requiere manejo con atropina ni oximas. El manejo es de soporte, con analgésicos y con fisioterapia.
- El pronóstico de los casos de intoxicación con PIC depende del tipo de producto involucrado, la cantidad de plaguicida, la vía de exposición y la rapidez en la instauración de las medidas terapéuticas.

6. MARCO CONCEPTUAL

6.1 Definiciones.

- Acetilcolina. Neurotransmisor excitatorio que se encarga de facilitar la transmisión del impulso nervioso a nivel de la unión neuromuscular.
- Acetilcolinesterasa, Enzima que permite la rápida disociación de la acetilcolina, una vez ésta ha ejercido su efecto excitatorio. La acetilcolinesterasa hidroliza la acetilcolina en ácido acético y colina para facilitar su recaptación y su almacenamiento en las vesículas presinápticas, con el fin de sintetizar nueva acetilcolina.
- Antídoto. Sustancia capaz de combinarse con un tóxico para generar un nuevo compuesto sin toxicidad o menos tóxico y de más fácil eliminación y que permite disminuir o anular los efectos negativos del tóxico inicial.
- Atropina. Amina terciaria utilizada para bloquear la acción que ejerce la acetilcolina sobre su receptor muscarínico.
- Atropinización. Proceso de administración secuencial de atropina, que se realiza con el fin de alcanzar niveles de esta sustancia que permitan mantener el bloqueo de la acetilcolina y evitar los efectos que origina la acumulación excesiva de esta última.
- Carbamato. Plaguicida éster derivado del ácido carbámico que ejerce un efecto inhibitorio de la colinesterasa de tipo reversible. Se usa principalmente como insecticida.
- Organofosforado (OF). Plaguicida compuesto químicamente por derivados éster del ácido fosfórico cuya función es inhibir la enzima acetilcolinesterasa de manera irreversible, y que se usa principalmente como insecticida.

- Oximas. Enzimas sintéticas utilizadas para revertir la inhibición de la acetilcolinesterasa producida por los PIC organofosforados.

6.2 Características de los plaguicidas inhibidores de acetilcolinesterasa

Los plaguicidas inhibidores de la enzima acetilcolinesterasa (PIC) constituyen una importante fuente de riesgo para la salud de los trabajadores que se exponen a éstos, especialmente en países como Colombia, en el cual la agricultura es una importante fuente de sustento de trabajadores formales e informales. Se utilizan principalmente como insecticidas agrícolas, domiciliarios y para el control de vectores de enfermedades epidémicas.

Este tipo de plaguicidas son sustancias con diferentes características físicas, ya que pueden ser líquidos y aplicarse sin diluir, diluidos, en aerosol, como concentrado emulsionable o suspensión concentrada; o pueden ser sólidos y aplicarse sin disolver como polvos o gránulos, o disueltos como polvo humectable o granos solubles. También tienen diferentes características químicas ya que algunos actúan como inhibidores reversibles de la enzima acetilcolinesterasa (carbamatos), y otros ejercen una inhibición irreversible (organofosforados). De acuerdo con su dosis letal 50 (DL₅₀) se pueden clasificar en diferentes categorías toxicológicas como se aprecia en la Tabla 1.

Tabla 1. Categoría toxicológica de los plaguicidas

Color Etiqueta	Categoría toxicológica	Equivalencia Clasificación OMS	DL ₅₀ Oral en mg/kg	Característica
Rojo	I	IA	< 50	Extremadamente tóxico
Amarillo	II	IB	50 a 500	Altamente tóxico
Azul	III	II	500 a 5000	Medianamente tóxico
Verde	IV	III	>5000	Ligeramente tóxico

Fuente: Decreto 1843/1991

Independiente de su forma de aplicación, los plaguicidas están constituidos por un ingrediente o principio activo, diluyentes (solventes orgánicos), aditivos o adyuvantes y otros ingredientes inertes. En ocasiones, algunos de los componentes diferentes al principio activo, pueden originar efectos tóxicos, especialmente los solventes orgánicos (Blessing, 2001).

La exposición a plaguicidas puede presentarse en diferentes momentos, durante la fabricación, distribución, venta, transporte, almacenamiento, mezclado, carga, aplicación, mientras se realiza el mantenimiento del equipo de fumigación, al ingresar a áreas tratadas, exponerse a derrames o durante la eliminación de los envases. El manejo incorrecto de plaguicidas es una de las principales causas de intoxicación a nivel ocupacional. Su uso y

aplicación en determinadas condiciones incrementa el riesgo de intoxicación, tales como realizar aplicación de plaguicidas en climas cálidos o durante horas con más calor (se incrementa la absorción dérmica), al igual que realizar la aspersión a favor del viento o en espacios cerrados (Blessing, 2001).

En el 2005 se notificaron en Colombia 6,058 casos de intoxicación por sustancias químicas, de los cuales 4,234 fueron causadas por plaguicidas, dentro de los que los inhibidores de colinesterasa aportaron la mayor proporción. Para el 2006, de los 8747 casos reportados, el 59% correspondió a intoxicación por plaguicidas y con corte a la semana epidemiológica 36 del año 2007 los casos de intoxicación por sustancias químicas eran 8756 con un 50.3% debido a plaguicidas. (SIVIGILA 2007).

La exposición a plaguicidas inhibidores de acetilcolinesterasa es un riesgo que se debe controlar en cualquier grupo ocupacional que presente exposición a estos productos. Se debe priorizar en los trabajadores del sector agrícola, especialmente aquellos que laboran en cultivos de algodón, arroz, tubérculos, frutas, hortalizas y flores; en trabajadores del sector pecuario encargados de la desparasitación de animales de producción; en trabajadores que realizan la fumigación en áreas endémicas de enfermedades de importancia en salud pública transmitidas por vectores y del control de plagas en fumigación domiciliaria, aeronáutica y de edificaciones (Blessing, 2001).

6.3 Mecanismo de acción y metabolismo

La acetilcolina es un neurotransmisor que se encarga de facilitar la transmisión de impulsos nerviosos entre diferentes neuronas, ejerciendo su efecto en la hendidura sináptica (unión de dos neuronas). Se encuentra almacenada en microvesículas que la liberan en la hendidura sináptica cada vez que se presenta un estímulo nervioso. Ejerce su acción en milisegundos sobre los receptores de la neurona postsináptica y es rápidamente hidrolizada (separada en ácido acético y colina) por la enzima acetilcolinesterasa, permitiendo que los precursores del neurotransmisor sean almacenados en la neurona presináptica para posteriormente sintetizar nueva acetilcolina. Esta reacción evita que la acetilcolina estimule excesivamente y de forma continua los receptores de la neurona postsináptica, y origine una crisis colinérgica, caracterizada por sobre estimulación de músculos, glándulas y nervios.

Existen dos tipos de colinesterasa, la acetilcolinesterasa verdadera o eritrocitaria, la cual se encuentra en los eritrocitos, tejido muscular y neuronas, tiene un papel preponderante en la transmisión del estímulo nervioso. La otra es la colinesterasa plasmática, pseudocolinesterasa o butirilcolinesterasa, y se encuentra en plasma, hígado, páncreas y mucosa intestinal.

El modo de acción de este tipo de plaguicidas es la inhibición de la enzima acetilcolinesterasa. Cuando no se dispone de acetilcolinesterasa en la hendidura sináptica, se presenta acumulación excesiva del neurotransmisor, originando una estimulación constante de los receptores, lo que se traduce en una serie de alteraciones que van a llevar a

paralizar la transmisión de estímulos nerviosos. De esta manera, ejercen su efecto letal sobre los insectos (Goldfrank, 2006).

En el ámbito ocupacional, los plaguicidas inhibidores de colinesterasa pueden ingresar al organismo por las vías respiratoria, dérmica y digestiva. Al ser absorbidos son metabolizados a nivel hepático y algunos de estos sufren reacciones que los hacen más tóxicos que el compuesto original que ingresó al organismo (ej: parathion). En su gran mayoría son eliminados por vía renal.

6.4 Intoxicación aguda por inhibidores de colinesterasa

Cuando se presenta una exposición a PIC, pueden identificarse diferentes efectos de inicio y magnitud variable de acuerdo con la vía y la dosis frente a la cual se presentó la exposición, ya que la severidad de la intoxicación está determinada por la duración y magnitud de la exposición. Clásicamente se describen tres síndromes:

Síndrome muscarínico: originado por la estimulación excesiva de los receptores muscarínicos de los órganos con inervación colinérgica y caracterizado por miosis, bradicardia, broncorrea, broncoconstricción, dolor abdominal tipo cólico, diarrea, sialorrea, hipotensión, visión borrosa e incontinencia urinaria. Este se presenta en mayor proporción.

Síndrome nicotínico: ocasionado por la acumulación de acetilcolina en los receptores nicotínicos, se caracteriza por la presencia de fasciculaciones musculares, debilidad muscular, midriasis, taquicardia e hipertensión. La debilidad muscular puede desencadenar una parálisis respiratoria que origina una falla respiratoria.

Síndrome de compromiso de Sistema nervioso central: ocasionado por inhibidores de colinesterasa que tienen la propiedad de atravesar la barrera hematoencefálica; se caracteriza por síntomas como ansiedad, agitación, insomnio, cefalea, vértigo, visión borrosa, depresión, temblores y otros síntomas inespecíficos. Puede presentarse un rápido deterioro del estado de conciencia originando confusión, letargia, convulsiones y coma.

El tratamiento de la intoxicación aguda depende de la severidad de la misma. En los casos de intoxicación leve se recomienda descontaminación, la administración de atropina en dosis bajas, y evitar exposiciones adicionales. Cuando se trata de una intoxicación severa se requiere estabilizar el paciente por medio de oxigenoterapia, descontaminación, administración de atropina y de antidotos específicamente la pralidoxima (Eddleston, 2007).

La recuperación de la actividad de la acetilcolinesterasa ocurre por la síntesis de nueva enzima, por defosforilación lenta y espontánea de esta (en intoxicación con carbamatos) y como resultado del tratamiento con oximas. La rapidez y cantidad de este proceso va a depender de las características físico-químicas del plaguicida, así como del tratamiento administrado. Es importante tener en cuenta que durante la fase aguda de la intoxicación, se presenta el mayor riesgo de mortalidad a causa de paro cardiorespiratorio.

6.5 Síndrome intermedio

El cuadro clínico que se presenta después de la aparente recuperación de la intoxicación aguda con organofosforados se conoce como síndrome intermedio, ya que inicia después de la resolución de la crisis colinérgica aguda pero antes del desarrollo de la neuropatía retardada inducida por organofosforados.

Aparece 24 a 96 horas después de la crisis colinérgica y se presenta en el 20% de los pacientes con intoxicación moderada a severa por organofosforados, especialmente por vía oral, sin que exista una asociación específica con algún organofosforado en particular. Se origina por efecto de la acumulación de acetilcolina en los receptores nicotínicos y se caracteriza por el inicio progresivo de debilidad de los músculos proximales de las extremidades, que va comprometiendo los músculos flexores del cuello y, por último, los músculos respiratorios (diafragma, músculos intercostales), llegando a originar falla respiratoria en caso de no instaurar tratamiento oportuno. También puede generar debilidad en músculos inervados por algunos pares craneales. Después de un periodo de 4 a 20 días se resuelve sin dejar secuelas, excepto en las posibles complicaciones derivadas de la intubación prolongada (Maroni, 2000).

6.6 Neuropatía retardada inducida por organofosforados

La neuropatía periférica puede presentarse días o semanas después de la exposición aguda a organofosforados; en caso de exposición crónica su inicio es incierto (meses e incluso años). Este retraso está relacionado con la dosis del agente tóxico y con su naturaleza química. Algunos OF inducen efectos neurotóxicos retardados después de una sobreexposición aguda. Clínicamente se manifiesta como una parálisis ascendente de las extremidades inferiores originada por la degeneración axonal de los nervios motores. Este efecto neurotóxico retardado es independiente de la inhibición de la acetilcolinesterasa y es atribuido a la fosforilación de una estearasa específica del tejido nervioso conocida como *estearasa neurotóxica* (NTE). Esta enzima se encuentra en el tejido nervioso, hígado, linfocitos, plaquetas y otros tejidos; su función fisiológica no se conoce claramente, pero se sospecha que se comporta como modulador del metabolismo lipídico y como factor de crecimiento y diferenciación.

Este tipo de neuropatía se caracteriza por la desmielinización de los nervios largos y la disfunción neurológica que se genera, aparece entre 1 a 3 semanas después de la exposición aguda. Principalmente es de tipo motor, pero también puede cursar con disfunción sensitiva la cual puede ser crónica o recurrente (Lotti, 2005).

6.7 Otros efectos por exposición crónica a inhibidores de colinesterasa

La exposición crónica a bajas dosis, consideradas seguras en relación con la medición de niveles de actividad de colinesterasa, puede originar algunos efectos adversos que no están relacionados claramente con la inhibición de la colinesterasa. Estudios efectuados en trabajadores agrícolas que manipulan plaguicidas han identificado la presencia de síntomas como prurito, adormecimiento de manos y cara, calambres en cuello, brazos y piernas, síntomas respiratorios como tos, irritación de garganta y rinitis; también síntomas como náusea, vómito, diarrea y sudoración excesiva. Neurológicamente se ha identificado mayor relación con aparición de parkinsonismo y alteraciones neurocomportamentales (Jamal, 2002).

7. RECOMENDACIONES

7.1 Identificación de peligros y evaluación de riesgos

7.1.1 ¿Cuáles son las tareas o actividades mínimas requeridas para identificar las condiciones de exposición a PIC en los lugares de trabajo y qué circunstancias se deben tener en cuenta para reducir la exposición de los trabajadores?

Recomendación.

Para identificar la posible exposición a PIC se recomienda realizar las siguientes actividades:

Inventario de plaguicidas (PIC) y agentes químicos asociados. Elaborar un inventario detallado de los plaguicidas de tipo PIC organofosforados y carbamatos, ya sean materias primas, formulaciones, productos intermedios, mezclas, productos finales y residuos generados. Identificar la presentación original del plaguicida: si es en polvo, líquido, granulado, microencapsulados o concentrado emulsionable. Indicar en este último caso el disolvente utilizado como vehículo. En el inventario es importante considerar otras sustancias químicas de uso en mantenimiento general, limpieza y desinfección.

Dentro de las propiedades fisicoquímicas se debe considerar: tipo de compuesto (organofosforado/carbamato), estabilidad química, estructura química, categoría toxicológica, presión de vapor, liposolubilidad (coeficiente partición octanol/agua) y grado de ionización.

Revisión de las fuentes de información. Recopilar la información técnica y de peligrosidad de las sustancias químicas a través de: revisión de documentos y archivos; inspección directa de los productos utilizados en el lugar de trabajo; consulta con los trabajadores; revisión de etiquetas y rótulos de los recipientes contenedores; estudio y aplicación de las hojas datos de seguridad de materiales (Hojas de Datos de Seguridad de Materiales o MSDS por sus siglas en inglés) suministradas por los fabricantes o las

Fichas Internacionales de Seguridad Química (International Chemical Safety Cards o ICSC por sus siglas en inglés) disponibles por internet y consultar las hojas de datos de seguridad específicas para plaguicidas preparadas por OMS/OPS/HEP (División de Salud y Ambiente); consulta de los sistemas de clasificación de peligrosidad y etiquetado establecidos por organismos internacionales tales como el Sistema Globalmente Armonizado (SGA) de ONU, la Comunidad Europea CE, la National Fire Protection Association (NFPA) y la Agencia Internacional para Investigación de Cáncer (IARC) entre otras. Identificar las frases de riesgos (R) y consejos de prudencia (S) según la Directiva Europea, aplicables a los PIC y a los agentes químicos en uso.

Disponer de los datos actualizados de los valores límites de exposición ocupacional y los indicadores biológicos de exposición actualizados definidos por las organizaciones internacionales como la ACGIH (TLVs), NIOSH (REL), OSHA (PEL), DFG (MAK), AIHA (WEELs), entre otros. Se recomienda consultar la legislación nacional específica que pueda aplicarse en relación con el uso de plaguicidas tipo PIC en el lugar de trabajo. Muchas de las fuentes que publican en forma periódica los valores límites permisibles traen la anotación piel (skin), indicando que se trata de una sustancia que puede contribuir significativamente a la exposición total por vía dérmica, incluyendo membranas mucosas y ojos, por contacto con sustancias en estado de vapor, líquido o sólido.

Inventario de procesos. Describir detalladamente las operaciones del proceso productivo. Identificar los PIC utilizados en cada una de las etapas del proceso, teniendo en cuenta para cada una de ellas: las cantidades en uso, el estado físico, el tipo de sustancias, las formas de uso y manipulación. De la misma forma, tener en cuenta las diferentes áreas de trabajo e incluir las secciones de producción, formulación, compra, venta, transporte y almacenamiento. Identificar las actividades de carga y descarga, uso y manipulación, envase y transferencia, etiquetado y rotulado, mantenimiento, limpieza y disposición de desechos.

Identificación de las circunstancias de exposición de la fuerza laboral. Determinar las circunstancias de exposición de los trabajadores, quiénes y cuántos se exponen, por qué, cuándo ocurre la exposición y bajo qué condiciones, lugares de trabajo, tareas y turnos se presenta.

Tener en cuenta las condiciones de trabajo en la realización de las tareas de: apertura de envases, realización de mezclas, carga de equipos para aplicación, aspersión, ingreso y desarrollo de actividades en áreas tratadas, mantenimiento y limpieza de equipos para aspersión, manejo de desechos de PIC incluyendo envases y contenedores.

Anexar los reportes de las evaluaciones médicas, a través de los cuales se identifiquen casos de intoxicación aguda, síndrome intermedio y neurotoxicidad retardada compatibles con exposición a PIC.

En general, la reducción del riesgo de desarrollar una intoxicación aguda por

exposición ocupacional se basa en el control de aspectos como:

- Nivel de capacitación de los trabajadores en relación con el uso, manejo y disposición de plaguicidas.
- La duración y la frecuencia de exposición.
- El tipo de elementos de protección que se utilicen.
- El tipo de producto que se utiliza y la cantidad del mismo.
- Las características físico-químicas del producto que se utiliza.
- Las condiciones ambientales al momento de la aplicación.
- El mantenimiento y uso apropiado del equipo de fumigación.
- Las características de las actividades a realizar al ingresar en un área tratada.
- Los hábitos en el trabajo y las medidas de higiene.
- La identificación de exposiciones extralaborales.

Sistemas de control existentes. Identificar los sistemas de control aplicados para reducir la exposición y su eficacia. Controles administrativos y técnicos implementados. Programas y elementos de protección personal en uso. Programas de educación en higiene ocupacional.

Nivel de evidencia: 3

Grado de recomendación: C

Resumen crítico de la evidencia

La exposición ocupacional a PIC implica el contacto de los trabajadores con este tipo de sustancias en cualquier momento dentro del ciclo de producción, formulación, transporte, venta, uso y disposición final del plaguicida y sus envases. Dicha exposición se puede presentar en cada una de las fases por diferentes razones:

Formulación, transporte y venta:

- Exposición accidental durante el proceso de manufactura.
- Desconocimiento de indicaciones de seguridad durante el transporte.
- Desconocimiento de indicaciones para el adecuado almacenamiento y la venta.

Uso:

- Desconocimiento de procedimientos para la manipulación de plaguicidas durante la apertura de los envases y la realización de las mezclas (en los casos en que el producto requiera se diluido o reconstituido con agua).
- Ausencia o uso inapropiado de elementos de protección personal durante su manipulación y aplicación (aspersión).

- Exposición directa al producto durante la aplicación, favorecida por condiciones como el viento, la temperatura, la humedad relativa, la evaporación y la presión atmosférica.
- Uso frecuente y exposición prolongada al plaguicida.

Disposición final:

- Errores en la disposición final de los envases y de los remanentes y sobrantes del producto.

Las condiciones de trabajo que incrementan el riesgo de exposición a este tipo de sustancias incluyen diferentes aspectos dentro de los que se encuentran: el tipo de producto utilizado, sus propiedades fisicoquímicas, dosis o concentración, su categoría toxicológica, la frecuencia de su utilización, la disponibilidad de elementos de protección personal, medidas de higiene y seguridad industrial, el tipo de equipo utilizado para la aspersión y el tiempo de exposición. El uso de bombas de espalda (manuales o de motor), especialmente su inadecuado manejo y mantenimiento, se relacionan con un incremento en el riesgo de generar toxicidad debido a que se facilita el contacto del plaguicida con la piel del trabajador. Así mismo, la omisión de los tiempos de reentrada y la necesidad de realizar actividades en áreas recientemente asperjadas favorecen la penetración del plaguicida (Blessing, 2001).

Aunque los plaguicidas inhibidores de la enzima acetilcolinesterasa comparten el mismo modo de acción, algunas de sus características fisicoquímicas pueden hacer que el impacto de su toxicidad sea variable. Los organofosforados tienen la particularidad de ejercer una inhibición de tipo irreversible sobre la acetilcolinesterasa. Por su parte, los carbamatos producen una inhibición transitoria que gradualmente permite la recuperación de la actividad de la acetilcolinesterasa. En relación con su categoría toxicológica, la toxicidad se establece de acuerdo con la dosis letal 50 (DL₅₀) expresada en mg/kg, Por lo anterior, los productos de categoría I son potencialmente más tóxicos que los de categoría IV, ya que con cantidades muy bajas de estos se pueden originar efectos más graves (OIT, 1998).

Los productos con radical azufre (forma -tión) presentan un proceso metabólico (ambiental y corporalmente) que los transforma en productos con radical -oxón, el cual contiene oxígeno), por eso son más tóxicos que el producto inicialmente aplicado.

A continuación se mencionan algunos de los principales PIC de uso más frecuente.

Tabla 2. Principales plaguicidas OF de uso frecuente en Colombia

CATEGORÍA TOXICOLÓGICA	ORGANOFOSFORADOS	
	NOMBRE GENÉRICO	NOMBRE COMERCIAL
I	Diclorvos	Diclorvos, Vapona
I	Mevinphos	Mevinfos
I	Monocrotofos	Monocrotofos 600 SL

CATEGORÍA TOXICOLÓGICA	ORGANOFOSFORADOS	
	NOMBRE GENERICO	NOMBRE COMERCIAL
I	Metilparation	Metilparation
I	Paration	Parawet, Folidol
I	Metamidofos	Tamarón, Metamidofos, Monitor
II	Coumafos	Asuntol, CoRal
II	Diazinon	Diazinon, Basudin
II	Fenthion	Lebaycid 500 SC
II	Profenofos	Curacron, Tambo
III	Clorpirifos	Arriero 2,5 DP Lorsban 4 EC
III	Malathion	Malathion U.L.V. – Aucuafin 440 EW

Fuente: Thomson PLM S.A. Diccionario Especialidades Agroquímicas. Edición 16. Bogotá: La Entidad, 2006

Tabla 3. Principales plaguicidas Carbamatos de uso frecuente en Colombia

CATEGORÍA toxicológica	CARBAMATOS	
	NOMBRE GENERICO	NOMBRE COMERCIAL
I	Aldicarb	Temik
I	Carbofuran	Furadan, Curater
I	Metomil	Methavin 90 SP – Lannate SL
II	Methiocarb	Mesurool
III	Propoxur	Baygón, Uden, Okocebo
III	Carbaril	Kevin 80 WP

Fuente: Thomson PLM S.A. Diccionario Especialidades Agroquímicas. Edición 16. Bogotá: La Entidad, 2006

Los estudios realizados en países industrializados para evaluar características de las intoxicaciones ocupacionales por plaguicidas se efectúan sobre poblaciones, ambientes de trabajo y condiciones técnicas diferentes a las existentes en países en desarrollo como Colombia, por lo cual se revisaron estudios realizados en países con condiciones de uso similares a las de Colombia (Jors, et al 2006; Blanco et al 2005). Dichos estudios han permitido identificar diferentes factores relacionados con la exposición ocupacional que se asocian con incremento en el riesgo de ocasionar intoxicación por PIC. Dentro de estos se ha identificado que existe mayor riesgo de intoxicación si se realiza aplicación de plaguicidas en determinadas condiciones ambientales como:

- Aplicación en las horas del día de mayor temperatura, debido al incremento en la vasodilatación lo cual puede favorecer la absorción del plaguicida.
- Aspersión en el mismo sentido del viento, lo cual favorece la exposición al plaguicida.

- Altas temperaturas, vientos de más de 10 km/h o lluvias inminentes incrementan el riesgo de exposición.
- Determinadas condiciones higrométricas, especialmente presión atmosférica, humedad y temperatura, debido a que juegan un papel importante en la modificación de las propiedades y comportamiento de los plaguicidas.

Otros de los factores relacionados incluyen exposiciones frecuentes a grandes dosis del plaguicida que pueden facilitar el desarrollo de intoxicación aguda. Las exposiciones frecuentes a bajas cantidades han mostrado un incremento en el riesgo de desarrollar efectos tóxicos crónicos (Fiedler 1997; Jamal 2002). Determinadas características de los elementos de protección utilizados (calidad, material, estado de conservación) su uso correcto y su adecuado mantenimiento, se relacionan con el grado de protección que ofrecen.

El riesgo también se incrementa al utilizar productos con determinadas características físicas, especialmente productos en polvo que fácilmente se ponen en suspensión en el aire y pueden entrar en contacto con la piel y los ojos o ser aspirados, o los concentrados emulsionables que contienen solventes y penetran fácilmente por la piel. El uso de mezclas, puede incrementar la toxicidad del producto final y la exposición a volúmenes elevados de productos con categoría toxicológica I- II, también incrementa el riesgo de desarrollo de intoxicación (Stefanidou, 2003).

La literatura disponible basada en la evidencia y relacionada con las características fisicoquímicas de estos productos y sus efectos en salud se limita a tener en cuenta el tipo de compuesto, su categoría toxicológica y su estado físico, de acuerdo con la vía de exposición. Sin embargo, se dispone de la información emitida por las casas fabricantes, quienes en las hojas de seguridad de sus respectivos productos, informan otras características como el punto de ebullición y la presión de vapor, los cuales indican la posibilidad de formar vapores (volatilidad) factor importante para establecer el potencial de inhalación o de movilidad en el ambiente; el grado de ionización y el coeficiente de partición n-octanol/agua (Know) que reflejan la medida de liposolubilidad de una sustancia. Esto último va a determinar la facilidad en el paso de membranas lipídicas y en la absorción y distribución del plaguicida, así como la posibilidad de que se acumule en los organismos vivos (Blessing, 2001).

Esta información se obtiene a partir de estudios farmacocinéticos en animales, los cuales determinan cómo ingresa, se desplaza, se distribuye y se elimina un plaguicida en el cuerpo. Este tipo de estudios evalúan la cantidad absorbida del plaguicida; la distribución en tejidos, órganos, sangre y orina; la identificación y localización de sus metabolitos; la capacidad del plaguicida de almacenarse en tejidos y órganos, las rutas de eliminación y las diferencias en la absorción, metabolismo, distribución y excreción del plaguicida cuando se administra en diferentes dosis y de forma única o continua.

Las hojas de datos de seguridad de materiales (MSDS por sus siglas en inglés) son una fuente importante de información en la etapa de identificación de los riesgos asociados con el uso de los PIC. Las hojas de datos de seguridad de los agentes químicos y de los PIC

deben ser traducidas al español y deben estar disponibles en los sitios de trabajo para consulta por los trabajadores y usuarios.

Se pueden consultar las fichas técnicas específicas de plaguicidas preparadas dentro del Programa del Medio Ambiente y Salud del Istmo Centroamericano (MASICA), según el acuerdo No. 9 de la XVI Reunión del Sector Salud de Centroamérica y República Dominicana (RESSCAD) realizada en Costa Rica en 2001. La ficha de cada sustancia contiene información acerca de los temas siguientes:

1. Nombre.
2. Número de registro CAS.
3. Nombre común.
4. Sinónimos/nombres comerciales.
5. Grupo químico.
6. Acción biocida.
7. Usos.
8. Vías de absorción.
9. Toxicidad aguda.
10. Clasificación de la OMS según la toxicidad aguda.
11. Período de carencia.
12. Período mínimo de reingreso a áreas tratadas.
13. Sinergismo con otras sustancias.
14. Efectos adversos en el humano, agudos y crónicos.
15. Efectos adversos en el medio ambiente.
16. Persistencia.
17. Países que han prohibido la sustancia y razón de la prohibición.
18. Países que han restringido la sustancia y razón de la restricción.
19. Para aquellas sustancias que son objeto del Convenio de Rotterdam, se incluye la lista de países que aplican dicho convenio.

Referencias Bibliográficas

- Thomson PLM S.A. Diccionario Especialidades Agroquímicas. Edición 16. Bogotá: LaEntidad, 2006.
- Nieto Z. O. Fichas técnicas de plaguicidas a prohibir o restringir según el acuerdo No. 9 de la XVI Reunión del Sector Salud de Centroamérica y República Dominicana (RESSCAD). OMS/OPS Costa Rica 2001. Disponible en la Internet de la siguiente dirección: <http://www.cor.ops-oms.org/TextoCompleto/documentos/Fichas%20Tecnicas.pdf>
- Blessing, A. Whitford, F. Fuhremann, T. K.S. Rao, Arce, G. Klaunig, J. Pesticide toxicology. Evaluating Safety and Risk. Purdue Pesticide Programs. Purdue University Cooperative Extension Service. 2001
- O.I.T.; Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales de España. Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo. 4ª Edición. 1998. Madrid. Cap.33/64.

- Jørs, E. Cervantes, R. Condarco, G. Huici, O. Lander, F. Baelum, J. Konradsen, F. Occupational pesticide intoxications among farmers in Bolivia: a cross-sectional study. *Environmental Health: A Global Access Science Source* 2006, 5:10.
- Blanco, L. Aragón, A. Lundgber, I. Lide, C. Wesseling, C. Nise, G. Determinants of Dermal Exposure among Nicaraguan Subsistence Farmers during Pesticide Applications with Backpack Sprayers. *Ann. occup. Hyg.* Vol. 49, No. 1, pp. 17–24, 2005.
- Fiedler N, Kipen H, Kelly-McNeil K, Fenske R; Long-term use of organophosphates and neuropsychological performance.; *Am J Ind Med.* 1997 Nov;32(5):487-96.
- Jamal GA, Hansen S, Julu PO; Low level exposures to organophosphorus esters may cause neurotoxicity. *Toxicology.* 2002 Dec 27;181-182:23-33.
- Stefanidou M. Athanaselis S. Velonakis M. Pappas F. Koutselinis. Occupational exposure to cholinesterase inhibiting pesticides: a Greek case. *Int J Environ Health Res.* 2003, Mar; 13(1):23-9.

7.1.2 ¿Cuál es el método cualitativo recomendado para evaluar la exposición ocupacional a PIC por vía inhalatoria?

Recomendación

El método recomendado para evaluar cualitativamente la exposición aérea a los PIC, valorar subjetivamente el riesgo por su potencial exposición y establecer las medidas necesarias para el control de la operación específica, es el *International Chemical Control Toolkit* o *Caja de Herramientas de Control Químico* de la Organización Internacional del Trabajo (OIT). cuya aplicación comprende las siguientes etapas:

1. Clasificar el peligro.
2. Determinar la escala de uso de las sustancias.
3. Determinar la capacidad de la sustancia de introducirse al aire (volatilización en el caso de disolventes o capacidad de formar polvo para material particulado).
4. Seleccionar el abordaje de control y
5. Encontrar la(s) hoja(s) de orientación de control específica(s) por tareas.

Este método proporciona una orientación simple y práctica. La versión en inglés se puede consultar por Internet en la dirección: www.coshh-essentials.org.uk. La versión y adaptación del método en español se da en el Apéndice 3 de la presente guía.

Nivel de evidencia: 4

Grado de recomendación: C

Resumen crítico de la evidencia

Las mediciones ambientales y el monitoreo personal no siempre son la herramienta a utilizar en el proceso de evaluación del riesgo; en ocasiones se puede optar por una valoración de tipo cualitativa (subjetiva) como herramienta preventiva. Los resultados obtenidos al aplicar este tipo de valoración, permitirán jerarquizar los riesgos prioritarios y tomar de decisiones relativas a la implementación de medidas de control y realización de mediciones utilizando métodos cuantitativos.

La valoración de riesgos químicos debe referirse a todos los productos químicos peligrosos existentes en el lugar de trabajo. Su objetivo es obtener información acerca de las causas o peligros existentes para tomar una decisión sobre la necesidad de adoptar medidas preventivas o correctivas.

No existe una metodología única para abordar el tema de prevención y evaluación del riesgo químico. En el nivel preventivo se conocen estrategias como la de SOBANE propuesta por el profesor Malchaire de la Universidad Católica de Lovaina, Bélgica (Malchaire, 2005); el método descrito por James C. Rock del Instituto de Seguridad y Salud Ocupacional de la Universidad de Texas, basado en la aplicación de matrices de calificación cualitativa (ACGIH 1995); el método de la AIHA (American Industrial Hygiene Association) (AIHA 2006), que desarrolla la metodología de evaluación y manejo de la exposición ocupacional, bajo un enfoque de gestión con la identificación de grupos de exposición similar (GES), y el método *International Chemical Control Toolkit o Caja de herramientas de control químico* de la Organización Internacional del Trabajo (OIT) también conocida como “Control Banding” (ILO 2004).

Las metodologías simplificadas pueden constituir una buena ayuda para realizar la evaluación inicial de riesgos y determinar si es necesario recurrir a medidas correctoras. El proceso de evaluación de riesgos continúa, la mayor parte de las veces, con la evaluación pormenorizada, a no ser que el riesgo detectado sea leve. Por lo tanto, a priori, estas metodologías no constituyen una alternativa para la evaluación pormenorizada, sino que efectúan un primer diagnóstico de la situación a evaluar. Algunas de ellas ofrecen también orientaciones sobre el tipo de medida a implementar, en función del nivel de riesgo y del tipo de operación o proceso evaluado.

El método de la OIT ha sido diseñado para proporcionar una orientación simple y práctica con el fin de identificar soluciones de control que brinden protección para la mayoría de la población trabajadora. La propuesta ofrece numerosas ventajas por ser fácil de aplicar y disponer de guías específicas de intervención, cuyas versiones en español han sido preparadas por la Fundación Iberoamericana de Seguridad y Salud Ocupacional (FISO). La metodología ha adquirido gran relevancia internacionalmente, ha sido tema de gran interés en recientes encuentros como el XVII Congreso Mundial de Seguridad y Salud en el Trabajo, realizado en Septiembre de 2005 en Orlando (EE UU).

Las variables que se consideran en la metodología son:

- La peligrosidad intrínseca de los agentes químicos.
- La frecuencia/el tiempo de exposición.

- La cantidad de agente químico utilizado o presente.
- La volatilidad o la capacidad de producir polvo del agente químico.
- La forma de uso.
- El tipo de control.

El proceso general de evaluación simplificada de riesgo químico se compone de las siguientes etapas:

1. **Clasificación de las actividades de trabajo:** un paso preliminar a la evaluación de riesgos es preparar una lista de actividades de trabajo, agrupándolas en forma racional y manejable. Una posible forma de clasificar las actividades de trabajo es la siguiente:
 - Áreas externas a las instalaciones de la empresa.
 - Etapas en el proceso de producción o en el suministro de un servicio.
 - Trabajos planificados y de mantenimiento.
 - Tareas definidas, por ejemplo: conductores de montacargas.
 - Datos de evaluaciones de riesgos existentes, relativos a la actividad desarrollada.
 - Organización del trabajo.
2. **Valoración de la Peligrosidad Intrínseca de la Sustancia:** la sustancia se clasifica en cinco categorías (A, B, C, D y E) en función de las frases R que deben figurar en la etiqueta del producto y en su correspondiente hoja de datos de seguridad. Además, algunas sustancias pueden presentar riesgos por contacto con la piel o las mucosas externas. Cuando dichos riesgos se presentan de manera inmediata después del contacto (frase R34 «Provoca quemaduras», por ejemplo) la evaluación del riesgo asociado con este efecto se efectuará según lo indicado en las metodologías de valoración de riesgo por accidente químico.
3. **La tendencia a pasar al ambiente:** se clasifica en alta, media y baja y se mide, en el caso de líquidos, por su volatilidad (presión de vapor o punto de evaporación) y la temperatura de trabajo, que definen la capacidad de evaporación del agente. En el caso de sólidos, la tendencia a pasar al ambiente se clasifica por su facilidad para formar polvo.
4. **La cantidad de sustancia empleada:** se clasifica en pequeña, mediana o grande según la siguiente distribución:
 - Pequeña: gramos o mililitros.
 - Mediana: kilogramos o litros.
 - Grande: toneladas o metros cúbicos.

Una vez determinado el nivel subjetivo del riesgo, el método ofrece soluciones técnicas de distinto tipo según la operación que se esté evaluando.

En Internet existe una versión del método gratuita en inglés, en la dirección www.coshh-essentials.org.uk. El usuario introduce la información solicitada y el sistema, que utiliza el mismo modelo de evaluación de los riesgos, selecciona la propuesta de control idónea y las hojas de orientación sobre los controles; esta información se puede imprimir. El usuario puede imprimir también el formulario de evaluación en el que aparece la información introducida y un recordatorio de las necesidades de control. Adicionalmente, se pueden imprimir los requisitos establecidos por el programa *Control of Substances Hazardous to Health Regulations* (COSHH por sus siglas en inglés), además de otras obligaciones reglamentarias.

En el caso de los plaguicidas, el proceso es mucho más sencillo. Simplemente, sabiendo que la sustancia que se está evaluando pertenece a este grupo, se pasa directamente a buscar las hojas de medidas de control de la serie P, según se muestra en la Tabla 4:

Tabla 4. Tareas para evaluación de riesgos en el uso de plaguicidas de acuerdo con el método “Caja de Herramientas” de la OIT.

Descripción de la tarea	Hoja guía de control de la tarea
Dilución de concentrado	P100
Aplicación (rociado o espolvoreado)	P101
Fumigación	P102
Uso de cebos tóxicos	P103
Disposición de envases usados	P104

Si el plaguicida es un peligro dérmico, se debe leer la hoja guía Sk100. Si en el proceso de manipulación de la sustancia es necesario el uso de equipo de protección respiratoria, se debe leer la hoja guía R100.

Las hojas guías de control se pueden descargar de la página de internet mencionada arriba o de la página de la OIT relacionada con la Caja de Herramientas: http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/main_guide.pdf

Referencias Bibliográfica

Malchaire J. Método SOBANE: Productos químicos peligrosos. Unidad de Higiene y Fisiología del Trabajo. Facultad de Medicina. Universidad Católica de Lovaina. Bélgica Mayo 2005. Versión electrónica:
<http://www.sobane.be/langues/sp/Malchaire%20texte%20SOBANE%20quimicos%20005%20Sp.pdf>

Malchaire J. Evaluación, prevención y mejoras de los riesgos derivados del trabajo con

- productos químicos peligrosos. Informe del estudio de observación SOBANE nivel 2. Unidad de Higiene y Fisiología del Trabajo. Facultad de Medicina. Universidad Católica de Lovaina. Bélgica. Mayo 2005. Versión electrónica.
http://www.sobane.be/langues/sp/ejemplo_Sobane_quimicos_rapport_sp.pdf.
- Beverly S. Cohen and Susanne V. Hering (Editors). Air Sampling Instruments. Chapter 2: Occupational Air Sampling Strategies by Rock James C., 8th Edition, ACGIH, USA. 1995.
- Bullock W., Ignacio J., A strategy for assessing and managing occupational exposures. AIHA Third Edition. USA. 2006.
- International Labor Office (ILO). International Chemical Control Toolkit. Ginebra. Suiza, 2004. Versión electrónica:
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/main_guide.pdf
- Dirección General de Empleo, Asuntos Sociales e Igualdad de Oportunidades-Comisión Europea. Directrices prácticas de carácter no obligatorio sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos en el trabajo, (Artículos 3, 4, 5 y 6, y punto 1 del anexo II de la Directiva 98/24/CE), Luxemburgo, 2005.

7.1.3 ¿Cuál(es) es (son) el (los) método(s) cuantitativo(s) recomendado(s) para conocer la concentración de los PIC en aire, en los sitios de trabajo?

Recomendación

Por su especificidad y sensibilidad, se recomiendan los siguientes métodos indicados en los manuales de métodos analíticos de NIOSH y OSHA, para determinar por vía aérea la concentración de los PIC, presentes en los sitios de trabajo:

Organofosforados

Diclorvos (CAS No. 62-73-7): método OSHA 62, utilizando bombas de diafragma con un tubo muestreador versátil (OVS) y análisis por cromatografía de gases con un detector de captura electrónica. El límite de cuantificación es de 0.05 a 0.1 microgramos.

Clorpirifos (CAS No. 2921-88-2): método OSHA 62, con bombas de diafragma, tubo OVS y análisis por cromatografía de gases con un detector de captura electrónica. El límite de cuantificación es de 0.07 a 0.2 microgramos.

Diazinon (CAS No. 333-41-5): método NIOSH 5600, con bombas de diafragma, tubo OVS y análisis por cromatografía de gases con un detector de captura electrónica. El límite de cuantificación es de 0.02 a 0.04 microgramos.

Paratión (CAS No. 56-38-2): método específico, toma de muestras con bombas de diafragma, filtros de fibra de vidrio de 37 mm de diámetro, análisis por cromatografía líquida de alta presión y detector ultravioleta. El límite de cuantificación es de 1

microgramo.

Carbamatos

Carbaril (CAS No. 63-25-2): método OSHA 63 con bombas de diafragma, tubo OVS y análisis por cromatografía de gases con un detector de captura electrónica. El límite de cuantificación es de 2.6 microgramos.

Se recomienda el método NIOSH 0500 (partículas no reguladas de otra forma), para conocer la concentración de los plaguicidas en aire cuando estos se encuentran en estado sólido, como polvos o gránulos y cuya composición y el valor límite permisible sean conocidos. Para realizar la toma de las muestras se utilizan filtros de membrana y el análisis se hace por gravimetría, utilizando balanzas electrónicas de alta sensibilidad (1.0 microgramo).

Los detalles de los métodos pueden ser consultados de forma gratuita en los siguientes sitios :

NIOSH: <http://www.cdc.gov/niosh/nmam>

OSHA: <http://www.osha.gov/dts/sltc/methods/index.html>

Nivel de evidencia: 4

Grado de recomendación: C

Resumen crítico de la evidencia:

Para evaluar la exposición a los PIC en un trabajador, se requiere determinar la cantidad de plaguicida a la cual se expone en cada tarea específica de su trabajo, tales como: apertura de recipientes, vertimiento del producto en equipo de aspersión, mezcla con agua, lavado de recipientes, colocación de elementos de protección personal, aplicación del producto y manejo de residuos.

Para la evaluación de la exposición a los PIC vía aérea, se requiere determinar la concentración del plaguicida presente en el ambiente de trabajo, utilizando el método por dosimetría ambiental. Con el fin de conocer la cantidad de plaguicida inhalado, se emplea el muestreo de tipo personal, recolectando el aire en la zona respiratoria del trabajador. Para ello, se ubica en la zona respiratoria del trabajador una bomba de muestreo que cuenta con un tubo flexible que permite, por medio de la succión generada por el motor de la bomba, capturar residuos de plaguicida en el filtro de poliuretano o de resinas orgánicas.

Los filtros cargados con la muestra tomada deben ser llevados al laboratorio para su análisis posterior; por lo tanto, se debe establecer una cadena de custodia que garantice la preservación e integridad de la muestra, vigilando las condiciones ambientales

(temperatura, luz solar) que puedan afectar la estabilidad de la muestra durante el transporte y el almacenamiento previo al análisis.

En la actualidad NIOSH y OSHA disponen de técnicas de muestreo en aire y análisis para algunos de los plaguicidas organofosforados y carbamatos utilizados en Colombia e indicados en las Tablas 2 y 3 de este documento y en esta recomendación.

Una forma generalizada de medir la concentración de los plaguicidas en aire cuando estos se encuentran en estado sólido, como polvos o gránulos es mediante la toma de muestras con filtros de membrana y análisis por gravimetría, utilizando balanzas electrónicas de alta sensibilidad, por ejemplo de 1.0 microgramo. El método recomendado por NIOSH para este tipo de material particulado es el No 0500.

En las siguientes direcciones de internet pueden consultarse los detalles de los métodos de muestreo y análisis mencionados anteriormente:

NIOSH: <http://www.cdc.gov/niosh/nmam>

OSHA: <http://www.osha.gov/dts/sltc/methods/index.html>

Referencias Bibliográfica

NIOSH. Manual of Analytical Methods (NMAM), Fourth Edition USA 2003. Versión electrónica: <http://www.cdc.gov/niosh/nmam/>

U.S. Occupational Safety & Health Administration (OSHA) Sampling and Analytical Methods <http://www.osha.gov/dts/sltc/methods/index.html>

7.1.4 ¿Cuáles son los valores límites permisibles (VLP) recomendados para estimar, por vía aérea, el grado de exposición ocupacional a PIC?

Recomendación

Se recomienda tener en cuenta los valores umbrales límites, concentración del PIC en aire o TLV (por sus siglas en inglés) establecidos por la ACGIH (*American Conference of Governmental Industrial Hygienists*) los cuales son aceptados en Colombia según la Resolución 2400 de 1979 expedida por el anterior Ministerio de Trabajo y Seguridad Social (hoy Ministerio de la Protección Social).

Estos valores de concentración en aire son revisados con una periodicidad anual y deberán tenerse en cuenta los cambios vigentes a la fecha de su aplicación.

A continuación se señalan los valores de TLVs expresados como TWA (concentraciones ponderadas en el tiempo, por sus siglas en inglés) publicados por ACGIH para el año 2007 para algunos de los compuestos organofosforados y carbamatos incluidos en este documento y que son de interés para Colombia:

Tabla 5. Valores límites permisibles para algunos plaguicidas organofosforados y carbamatos

PLAGUICIDA	CAS	TLV TWA
Diclorvos	141-66-2	0.1 mg/m ³
Mevinphos	7786-34-7	0.01 mg/m ³
Monocrotofos	6923-22-4	0.05 mg/m ³
Clorpirifos	2991-88-2	0.1 mg/m ³
Diazinon	333-41-5	0.01 mg/m ³
Fenthion	55-38-9	0-05 mg/m ³
Metil Paration	298-00-0	0.2 mg/m ³
Paration	56 -38-2	0.05 mg/m ³
Malathion	121 – 75 -5	1 mg/m ³
Carbaril	63-25-2	5 mg/m ³
Carbofuran	1563-66-2	0.1 mg/m ³
Methomil	16752-77-5	2.5 mg/m ³
Propoxur	114-26-1	0.5 mg/m ³

mg/m³: concentración del plaguicida en aire, en miligramos por metro cúbico.

Se propone el uso de la siguiente escala de rangos de exposición, para establecer los criterios de acción tendientes hacia el control de la exposición a PIC:

Tabla 6. Rangos de exposición vía aérea según AIHA

Categoría	Concentración observada
4	> Límite de exposición ocupacional
3	50% - 100% del Límite de exposición ocupacional
2	10% - 50% del Límite de exposición ocupacional
1	< 10% del Límite de exposición ocupacional

Nivel de evidencia: 4

Grado de recomendación: C

Revisión crítica de la evidencia:

Los valores umbrales límites, más conocidos como TLVs (Threshold Limit Values) se definen como concentraciones de agentes químicos a los que *se cree que la mayoría de los trabajadores pueden estar repetidamente expuestos día tras día sin efectos nocivos* (ACGIH 2007) y se determinan con base en la mejor información obtenida de la experiencia en la industria, estudios experimentales con seres humanos y animales o de una combinación de estas fuentes.

Existen tres tipos de TLV:

TLV TWA (*Time Weighted Average*): corresponde a la exposición media ponderada en el tiempo durante un período de una semana con jornadas de ocho horas (40 horas a la semana), para proteger al trabajador contra efectos crónicos en la salud.

TLV STEL (*Short Term Exposure Limit*): es el límite de exposición media a corto plazo durante quince minutos de tal forma que el trabajador no esté expuesto más de 15 minutos seguidos, no más de 4 veces en la jornada de trabajo y con un intervalo de al menos una hora entre cada exposición, para protegerlo contra efectos agudos en la salud.

TLV Techo o C: es el valor máximo instantáneo que nunca puede ser superado, con el fin de proteger al trabajador contra sustancias químicas que producen asfixia o irritación inmediata.

Los valores límites permisibles publicados anualmente por la ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists) son aceptados en Colombia según la Resolución 2400 de 1979 expedida por el anterior Ministerio de Trabajo y Seguridad Social (hoy Ministerio de la Protección Social).

En la Tabla 5 incluida en la presente recomendación se señalan los valores límites permisibles publicados por ACGIH en el año 2007 para algunos de los compuestos organofosforados y carbamatos incluidos en este documento y de interés para Colombia (ACGIH, 2007).

Cuando no se disponga de TLV de la ACGIH se debe consultar, por ejemplo, la base de datos de GESTIS para tener en cuenta los valores límite en uso en el nivel internacional. Versión electrónica gratuita: http://www.hvbg.de/e/bia/gestis/limit_values/index.html

Los resultados obtenidos en las mediciones en aire se comparan con los TLVs y permiten orientar las acciones administrativas y definir las técnicas de control preventivo. Cuando la exposición supera esos límites, es preciso adoptar de inmediato una acción correctora, ya sea mejorando las medidas de control existentes o introduciendo nuevos controles. Las intervenciones deben iniciarse cuando la exposición alcanza el “nivel de acción”, que normalmente corresponde al 50% del valor permisible o TLV. Se propone el uso de la escala de rangos de exposición presentada en la tabla 6 de la presente recomendación, para establecer los criterios de acción tendientes hacia el control de la exposición a PIC, (AIHA 2006):

Comparado con otras propuestas, este modelo considera una categoría adicional y utiliza el criterio del Nivel de Acción (NA) como referencia. El NA corresponde a una concentración del 50% del VLP:

1. **Zona inferior:** corresponde a los valores inferiores al 10% del TLV, en los que se considera que los riesgos para la salud son mínimos y se toma como referencia para definir el concepto de calidad de aire.

2. **Zona de seguridad:** corresponde a los valores superiores al 10% pero inferiores al nivel de acción, en los que se considera que los riesgos para la salud son ínfimos o no existen y por consiguiente no es necesario adoptar medidas preventivas.
3. **Zona intermedia o de incertidumbre:** comprendida entre el nivel de acción y el TLV, se determina que los puestos comprendidos dentro de esta zona, deben ser muestreados con cierta frecuencia a fin de vigilar el comportamiento de las concentraciones. Se requieren controles médicos y ambientales, con medidas técnicas correctoras de fácil ejecución.
4. **Zona superior o de riesgo:** Correspondiente a zona con valores superiores al TLV, lo cual implica la adopción de medidas correctivas ambientales y médicas, así como el seguimiento de la evolución de la concentración existente.

Referencias Bibliográficas

- ACGIH. TLVs and BEIs Threshold Limit Values, for chemical substances and Physical Agents. Biological Exposure Indices.2007.
- Bullock W., Ignacio J. A strategy for assessing and managing occupational exposures. AIHA Third Edition. Virginia, EEUU. 2006.

7.1.5 ¿Cuál es el método cualitativo recomendado para estimar la exposición de los trabajadores a los PIC, por vía dérmica?

Recomendación

Se recomienda, por su sencillez, para estimar la exposición por vía dérmica, se recomienda, el modelo propuesto por el Instituto Nacional Francés para la Investigación de la Seguridad (INRS por sus siglas en francés), el cual considera los siguientes aspectos:

- a) Grado de severidad del efecto tóxico de la sustancia.
- b) Parte del cuerpo en contacto con la sustancia y
- c) Tiempo de la exposición.

Nivel de evidencia: 4

Grado de recomendación: C

Resumen crítico de la evidencia:

Como se mencionó en el resumen crítico de la evidencia de la recomendación 7.1.2, la valoración de tipo cualitativo es una herramienta de tipo preventivo que se puede utilizar en el proceso de evaluación del riesgo. Estas metodologías son útiles para definir los riesgos prioritarios, ayudar a tomar decisiones relativas a la realización de mediciones ambientales o el monitoreo personal y establecer la necesidad de adoptar medidas preventivas o correctivas.

La importancia de la vía dérmica es reconocida por OSHA, NIOSH, ACGIH y otras organizaciones responsables del establecimiento de los valores límites permisibles. Las publicaciones de dichos organismos incluyen lo que se conoce como notación **piel**, identificando la vía dérmica como ruta importante de exposición para los agentes a los cuales se les ha asignado esta notación. La notación **piel** permite identificar los compuestos específicos que después de ser absorbidos a través de la piel pueden causar toxicidad sistémica. En los EE UU, los agentes que dañan la piel por sí mismos o que podrían ser ingeridos no tienen asignada la notación **piel**. Cuando no se dispone de esta notación, para valorar la posible absorción dérmica de la sustancia involucrada se debe evaluar sus características fisicoquímicas para saber si se trata de una sustancia corrosiva (pH alto o bajo), sensibilizante (reactividad) o que realmente puede absorberse a través de la piel (buena solubilidad en lípidos y en agua).

Existen varias metodologías que permiten estimar la exposición vía dérmica, algunas de las cuales se mencionan a continuación:

Según el INSHT (2003), se debe considerar las siguientes circunstancias de exposición en el caso de exposición por contacto y riesgo de absorción a través de la piel:

- Localización y extensión del contacto.
- Duración y frecuencia del contacto.
- Cantidad o concentración del agente.
- Temperatura y humedad ambiental.
- Gestión incorrecta de los elementos de protección personal.
- Procedimiento de trabajo inadecuado.
- Trabajadores especialmente sensibles.
- Exposición simultánea a varios agentes.

La cantidad o concentración del agente químico a considerar en el riesgo por absorción vía dérmica depende de la masa que puede mantenerse en contacto con la piel y del mecanismo de acción del agente sobre el trabajador.

Otra circunstancia que se debe considerar es el caso de trabajadores que presenten previamente la condición de dermatitis (piel expuesta, laceraciones, irritación, etc.), lo cual los hace más vulnerables a la absorción dérmica de los agentes causantes de dermatitis de contacto ocupacional.

De acuerdo con la AIHA (2006) para la evaluación de la exposición dérmica se puede aplicar la estrategia utilizada en la evaluación de la exposición ambiental (vía aérea) y haciendo uso de herramientas tales como: Categorización cualitativa, monitoreo (cualitativo, semi-cuantitativo y cuantitativo) y empleo de modelos.

El método cualitativo propuesto por AIHA (2006) considera cinco factores de exposición dérmica: Área de contacto dérmico (ACD), concentración dérmica (CD), frecuencia de contacto dérmico (FCD), tiempo de retención dérmica (TRD) y potencial de penetración

dérmica (PPD). Con el producto de estos factores se establece la variable 1: Rango de exposición dérmica. Mediante escalas cualitativas según el efecto en salud y tipo de toxicidad del agente se establece la variable 2: Rango de peligro dérmico. El cruce de estas dos variables utilizando una matriz de calificación cualitativa permite determinar finalmente el riesgo relativo para la salud, el cual puede ser clasificado como bajo, moderado, alto y muy alto.

Dada la complejidad de los métodos mencionados anteriormente, esta guía recomienda utilizar un método más sencillo y simplificado, el cual corresponde al método propuesto por el Instituto Nacional para la Investigación en Seguridad de Francia (INRS por sus siglas en francés) (INRS, 2005), que tiene en cuenta los aspectos siguientes:

- a) Grado de severidad del efecto tóxico de la sustancia (S).
- b) Parte del cuerpo en contacto con la sustancia (PCA).
- c) Tiempo de exposición (T).

A continuación se explica cómo se valora cada uno de ellos.

- La severidad **S** se clasifica en cinco (5) categorías, a cada una de las cuales le asigna una puntuación en orden de menor a mayor efecto esperado según las frases **R** asignadas específicamente para el agente de interés y de acuerdo con la clasificación de peligrosidad dada por la Unión Europea:

Tabla 7. Severidad (S) según el INRS

Categoría	Clasificación del peligro	Frases de riesgo	Pictograma	Puntaje de Severidad
1	Inocuo	Ninguna		1
2	Irritante. Xi	R36, R37, R38, R36/37, R36/38, R36/37/38, R37/38, R66.	 Xi	10
3	Nocivo. Xn	R20, R21, R22, R20/21, R20/22, R20/21/22, R21/22, R33, R34, R40, R42, R43, R42/43, R68/20, R68/21, R68/22, R68/20/21, R68/20/22, R68/21/22, R68/20/21/22, R48/20, R48/21, R48/22, R48/20/21, R48/20/22, R48/21/22, R48/20/21/22, R62, R63, R64, R65, R67, R68	 Xn	100
4	Tóxico. T	R15/29, R23, R24, R25, R29, R31, R23/24, R23/25, R23/24/25, R24/25, R35, R39/23, R39/24, R39/25, R39/23/24, R39/23/25, R39/24/25, R39/23/24/25, R41, R45, R46, R48, R49, R48/23, R48/24, R48/25, R48/23/24, R48/23/25	 T	1,000

Categoría	Clasificación del peligro	Frases de riesgo	Pictograma	Puntaje de Severidad
5	Muy Tóxico. T+	R48/24/25, R48/23/24/25 R60, R61 R26, R27, R28, R32 R26/27, R26/28, R26/27/28, R27/28, R39, R39/26, R39/27, R39/28, R39/26/27, R39/26/28	 T+	10,000

- Para la **PCA** se establecen 4 categorías con puntuaciones diferentes según la extensión y parte del cuerpo en contacto con el agente químico. La puntuación está asociada con las extremidades superiores, el torso y/o las piernas. Se asignan valores así:
 - 1, si la PCA es una mano;
 - 2, si la PCA comprende ambas manos o una mano y el antebrazo;
 - 3, cuando la PCA incluye ambas manos y el antebrazo o un brazo completo, y
 - 10, si la PCA incluye miembros superiores y el torso y/o las piernas.
- Puntaje por **tiempo de exposición** (T) establece 4 categorías:
 - Menor de 30 minutos por día: 1 punto.
 - De 30 minutos a 2 horas por día: 2 puntos.
 - De 2 a 6 horas por día: 5 puntos.
 - Más de 6 horas por día: 10 puntos.

Al final, se calcula el nivel de exposición global dérmico (NEGD) obteniendo el producto de los puntajes indicados anteriormente, así:

$$\text{NEGD} = S \times \text{PCA} \times T$$

La interpretación de los resultados obtenidos y la acción a seguir de acuerdo con éstos son las siguientes:

- Si el puntaje es **mayor a 1,000**, la exposición se considera de máximo riesgo y se requiere una intervención inmediata: Riesgo Alto.
- Si el puntaje se encuentra **entre 100 y 1,000**, existe un riesgo moderado y deben tomarse acciones correctivas: Riesgo Moderado.
- Si el puntaje es **inferior a 100**, se considera que la situación está controlada, no se requiere modificación: Riesgo Bajo.

Referencias Bibliográficas

INSHT. Métodos de mediciones para agentes químicos. Apéndice 5. Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos presentes en los lugares de trabajo relacionados con agentes químicos. INSHT Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales (España), 2003. Versión electrónica: www.mtas.es/insht/practice/g_AQ.htm

Bullock W., Ignacio J. A strategy for assessing and managing occupational exposures. AIHA Third Edition. USA. 2006.

International Labour Office (ILO). International Chemical Control Toolkit. Ginebra. Suiza, 2004. Versión electrónica: http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/main_guide.pdf

INRS. Vincent R, Bonthoux F, Mallet G, Iparraguirre J.F., Rio S. Methodologie d'évaluation simplifiée du risque chimique - Cahiers de notes documentaires. INRS Hygiène et Sécurité du Travail, 200:39-62, 2005.

7.1.6 ¿Qué otro método se recomienda para estimar la exposición de los trabajadores a los PIC, por vía dérmica?

Recomendación

Para estimar la exposición dérmica de los trabajadores a los PIC se recomienda el uso del método directo *in situ* basado en el uso de trazadores fluorescentes y detección mediante luz UV, denominado Video Imaging Technique for Assessment of Exposure (VITAE).

El método es útil para identificar los mecanismos por los cuales se contamina el trabajador, verificar la eficacia de los elementos de protección personal y el seguimiento de las prácticas de trabajo seguro. Provee información sobre los segmentos del cuerpo que contribuyen más a la exposición dérmica.

Puede emplearse como herramienta en los programas de información y sensibilización de los trabajadores acerca de los riesgos por la exposición potencial a los PIC durante las tareas de preparación, aplicación de los plaguicidas y en el manejo de sus desechos.

Nivel de evidencia: 3

Grado de recomendación: C

Resumen crítico de la evidencia:

Según la AIHA 2006, las etapas en la determinación de la concentración de los agentes causantes de dermatitis ocupacional son: Selección del método de muestreo, recolección de la muestra, preparación de la muestra y análisis de los agentes activos.

El **método de muestreo** se escogerá según, a) El nivel de confianza requerido, b) Aceptabilidad del muestreo por parte de la administración y los trabajadores, c) Capacidad técnica para realizarlo. Los métodos de muestreo dérmico para valorar la exposición a agentes causantes de dermatitis ocupacional, se clasifican de acuerdo con el tipo de sustrato del cual se obtiene la muestra que puede ser: una superficie, la piel, la ropa o un medio biológico que refleje la dosis absorbida (sangre) o eliminada (orina, saliva o aire expirado).

Los **métodos indirectos** son aquellos que no implican a la piel misma en el muestreo, como el muestreo de superficies con absorbentes o el monitoreo biológico. El monitoreo biológico es especialmente importante cuando se sabe que la penetración por la piel es una ruta de exposición mayor (notación *skin*). La interpretación de los resultados obtenidos a partir de métodos indirectos es más difícil en cuanto a cuál fue la exposición a la piel. Sin embargo, son útiles como indicadores de la exposición potencial y en los casos en que no es posible el uso de métodos directos (AIHA 2006).

El monitoreo de la contaminación superficial es un método antiguo usado en el campo de la salud en lo referente a la radiación (OSHA, 2004), donde el control está basado en mantener la exposición tan baja como sea posible. Este método es comparable con los criterios establecidos para los riesgos químicos, aunque se dispone de límites definidos o umbrales de exposición para algunas sustancias.

El problema está al definir una relación entre la contaminación superficial y las dosis que se usarían para establecer un umbral de contaminación superficial. La mayoría de los críticos han encontrado correlaciones pobres entre los dos. Caplan (1993) concluye que no hay correlación entre los niveles de contaminación superficial determinados por muestras de limpieza de superficies y los niveles de la concentración en el aire. No obstante, los niveles de muestras de limpieza de superficies, pueden ser útiles al evaluar la exposición dérmica. En el área de residuos foliares de plaguicidas, esta relación se ha llamado **coeficiente de traslado**. Actualmente no hay norma de OSHA que especifique el criterio de contaminación superficial.

Los **métodos directos** pueden ser: a) por intercepción; b) por remoción y c) detección in situ (AIHA 2006):

Los métodos de intercepción utilizan un medio o dosímetro que se coloca sobre la piel o la ropa para capturar al contaminante que normalmente se hubiera depositado sobre estas. Dichos dosímetros dérmicos pueden abarcar áreas parciales de la piel o la totalidad de las manos (guantes absorbentes) o parches de cuerpo entero. Los materiales posibles son: gasa de algodón, papel de celulosa, espuma de poliuretano, películas de polipropileno, gasa de poliéster y telas absorbentes (de carbón, resinas C-8 y C-18). Para la selección del medio de recolección se debe tener en cuenta que provea una mayor retención y recuperación, que sea eficiente y estable durante un tiempo razonable. La piel puede ser un medio efectivo del contaminante, pero en cambio el medio de recolección puede no serlo. Otra desventaja es que tanto el medio como la piel tienen una capacidad finita para retener el contaminante, por lo cual es importante establecer la duración del muestreo.

También hay incertidumbre sobre la posibilidad de extrapolar los resultados de un área pequeña de piel o de ropa a una grande, por ejemplo, extrapolar los resultados de un parche colocado en el pecho a todo el torso. Se ha propuesto como una alternativa para resolver esta incertidumbre, multiplicar el resultado obtenido por unidad de superficie por el área total del cuerpo que está siendo valorada, sin embargo, esto tampoco es muy exacto, porque dicha alternativa asume que el contaminante depositado se distribuye uniformemente.

Los métodos de remoción pueden ser: a) lavado de la superficie de piel, con agua o agua más detergente o una mezcla de agua más alcohol isopropílico; no se recomienda el uso de solventes orgánicos fuertes porque pueden desengrasar la piel y aumentar la penetración del contaminante; remueve contaminantes por disolución, emulsificación y en menor grado por desalojo mecánico. Durante las evaluaciones en el laboratorio la recuperación del analito varía entre el 21% y 95% dependiendo del analito específico, el protocolo del estudio y la forma física del contaminante. b) limpieza de la piel con telas absorbentes. c) recolección con tiras adhesivas. Las tiras adhesivas se recomiendan para compuestos inorgánicos y otros no volátiles.

Teóricamente las tiras adhesivas usadas repetidamente remueven el agente externo e interno depositado en la piel, pero están sujetas a mucha variabilidad entre individuos. En estos métodos es importante considerar los tiempos de carga y residencia del contaminante en la piel, a fin de escoger el tiempo de muestreo de modo que corresponda al periodo de carga y evitar pérdidas durante el periodo de residencia. Estos métodos se han aplicado para estudiar agentes químicos de baja volatilidad como el plomo, el diacrilato de tripropilenglicol y la fibra de vidrio.

Los métodos in situ reflejan con mayor exactitud la cantidad de analito en la piel. En este grupo de métodos no invasivos se incluyen:

a) Espectrometría infrarroja con transformadas de Fourier (FTIR por sus iniciales en inglés) que incluye plataforma de reflectancia de transferencia horizontal atenuada (HATR por sus iniciales en inglés). b) Espectrometría de fluorescencia con rayos X; estos métodos en la actualidad sólo ha sido utilizado en laboratorio y además resultan muy costosos por la instrumentación especializada que requieren. c) Uso de trazadores fluorescentes detectados con luz UV.

De **los métodos in situ** referidos, el uso de trazadores fluorescentes resulta ser el menos costoso ya que no requiere de instrumentación analítica compleja como si la exigen los otros métodos.

Los trazadores de fluorescencia han sido utilizados ampliamente en estudios de campo y se ha demostrado que no se presenta el inconveniente que no se observa cuando se utilizan dosímetros de parche pequeños, para la extrapolación de los resultados a grandes áreas del cuerpo. Otra ventaja es el corto tiempo (minutos) que se requiere para detectar la fluorescencia utilizando luz UV. La fluorescencia puede también fotografiarse y cuantificarse por medio de un software. Algunos compuestos fluorescentes son solubles en agua como la fluoresceína sódica, el tinopal y la riboflavina (vitamina B2); mientras que

otros son liposolubles como la vitamina A (retinol), alfa-tocoferol, (vitamina E), el 4-Metil, 7- Dietilamonio-cumarina.

Estos trazadores están disponibles en varias presentaciones en polvo o como líquido. Se puede seleccionar el trazador que sea lo más parecido al contaminante de interés y mezclarlo con este, para evidenciar la contaminación de superficies y en los trabajadores. Algunos reactivos fluorescentes son específicos para ciertos agentes químicos de tal forma que solo fluorescen en su presencia, por ejemplo la fluorescamina (o Fluoram) la cual presenta fluorescencia amarilla en presencia de aminas primarias. Algunas sustancias químicas fluorescen espontáneamente como algunos hidrocarburos poliaromáticos, fármacos antineoplásicos y algunos compuestos aromáticos. El método presenta alta sensibilidad y la única desventaja es que se requiere de un cuarto oscuro para observar la fluorescencia desarrollada. El método es útil para identificar la contaminación del trabajador, verificar la eficacia de los elementos de protección personal y vigilar el seguimiento de las prácticas de trabajo seguro.

El método in situ con trazadores fluorescentes conocido como Video Imaging Technique for Assessment of Exposure (VITAE) se ha empleado para valorar la exposición dérmica a plaguicidas PIC (clorpirifos y metamidofos) utilizando la técnica simplificada, para uso en condiciones de campo, con equipos portátiles y a más bajo costo. Ha sido empleado en países en vías de desarrollo como Nicaragua y Costa Rica, por cuanto es más económico que los otros mencionados (Aragón A, et al, 2006). Este método semicuantitativo se basa en la observación visual de videos o de fotos de las áreas contaminadas reveladas por fluorescencia. Determina el área corporal contaminada (CBA por sus siglas en inglés) y el porcentaje de piel contaminada respecto a la superficie corporal total. El método establece un indicador o puntaje visual total (TVS por sus siglas en inglés), el cual combina extensión e intensidad de la contaminación. Se utiliza el Tinopal como marcador fluorescente por su bajo costo, porque no irrita la piel y por ser soluble en agua. El resultado se interpreta en una escala de bajo, moderado y alto. Las características de los patrones fluorescentes, para la interpretación de las imágenes son:

- **Bajo:** se observa una capa fina y uniforme, con patrón opaco y ligeramente perceptible. Se presenta cuando el tiempo de exposición es corto o cuando la protección de la ropa de trabajo es buena.
- **Moderado:** se observan varias capas finas una sobre la otra, con poco brillo pero claramente distinguible, se presenta cuando se utiliza ropa delgada o en áreas del cuerpo descubiertas.
- **Alto:** el patrón observado es brillante, se presenta cuando hay depósitos grandes de sustancia en la piel o cuando ocurre una inmersión grande o en casos de salpicaduras extendidas sobre la piel.

Las imágenes fluorescentes reflejan las prácticas de trabajo y los mecanismos de contaminación así como el grado de protección de la piel por la ropa empleada. Los resultados proveen información sobre los segmentos del cuerpo que contribuyen más a la exposición dérmica. El sistema es de bajo costo, se puede aplicar en condiciones de campo con una infraestructura limitada y requiere un corto entrenamiento. Este método puede ser

muy útil, especialmente en los programas de información y sensibilización de los trabajadores acerca de los riesgos por la exposición potencial a los PIC durante las tareas de preparación, aplicación de los plaguicidas y en el manejo de sus desechos. Además es un apoyo importante en la educación del trabajador sobre los riesgos químicos asociados con el uso de los PIC, permite promover el uso correcto de los elementos de protección, y el seguimiento de las prácticas seguras de trabajo.

Aragón y cols (2006) realizan un estudio en trabajadores agrícolas aplicadores de plaguicidas, utilizando el VITAE y encontraron que el área más contaminada era las manos.

Van Wendel de Joode y cols, (2005) realizan un estudio en el que comparan tres métodos (Vitae, Dream, parches de materiales similares a la piel), y aunque encontraron que el modelo Dream (por sus siglas en inglés) fue el más eficiente para clasificar por niveles la exposición dérmica, su aplicación resulta compleja porque tiene 2 partes: un inventario (por encuesta) y la evaluación semi-cuantitativa la cual involucra 30 variables de exposición, 7 áreas corporales, además se debe aplicar de forma independiente según el estado físico del agente en estudio. El uso de parches sólo detecta exposiciones altas y no es sensible a variaciones leves de concentración del agente dermatotóxico.

Referencias Bibliográficas

- Bullock W, Ignacio J. A strategy for assessing and managing occupational exposures. 3rd ed. Vancouver: AIHA; 2006.
- Aragón A, Blanco L.E., Funez A., Ruepert C., Lidén C, Nise G., Wesseling C. Assessment of Dermal Pesticide Exposure with Fluorescent Tracer: A Modification of a Visual Scoring System for Developing Countries Ann. Occup. Hyg. 2006 Vol. 50, No. 1, pp. 75–83.
- Van Wendel de Joode B, Bierman EP, Brouwer DH, Spithoven J, Kromhout H. An assessment of dermal exposure to semi-synthetic metal working fluids by different methods to group workers for an epidemiological study on dermatitis. Occup. Environ. Med. 2005; 62(9):633-641.
- OSHA. Dermal Hazardous Exposure. Occupational Safety and Health Administration 1995. USA.
- Occupational Safety and Health Administration (OSHA).Surface Contamination 2004.

7.1.7 ¿En qué casos deben realizarse evaluaciones de la exposición dérmica ocupacional en los trabajadores expuestos a PIC?

Recomendación

Se recomienda realizar evaluaciones de la exposición dérmica ocupacional en los trabajadores:

- Como punto de referencia, en todas las circunstancias donde se haya identificado la exposición a PIC en el trabajador y teniendo en cuenta los aspectos contemplados en la estrategia de identificación, según la recomendación 7.1.1 de la presente guía.
- Cada vez que se presenten modificaciones en los procesos productivos que impliquen la manipulación de PIC: Cambios de equipos para aspersión, cambio en el procedimiento de preparación del plaguicida, entre otros.
- Para justificar técnicamente la adquisición de los equipos de protección personal como: respiradores, protección facial y ocular, ropa de protección y guantes.
- Como prueba de eficiencia de los elementos de protección personal, tales como protección facial y ocular, calzado, ropa de protección y guantes.
- Cuando se sospeche o se identifiquen patologías relacionadas con la exposición a PIC.

Nivel de evidencia: 4

Grado de recomendación: C

Resumen crítico de la evidencia:

Cuantificar la exposición ocupacional a plaguicidas inhibidores de colinesterasa, es una actividad de gran importancia, que permite identificar si las medidas de control realmente están siendo efectivas para proteger la salud del trabajador. Debido a que la exposición dérmica es una de las vías más frecuentes de contacto directo con los plaguicidas, se requiere estimar la cantidad de plaguicida que entra en contacto con la ropa, la piel y la zona respiratoria del trabajador. Los métodos basados en determinaciones dérmicas con parches han sido una de las estrategias más utilizadas; sin embargo, métodos como el VITAE han mostrado mayor exactitud en la determinación de la exposición, de acuerdo con las condiciones en las que se efectúa la determinación.

Según NIOSH, la frecuencia y la prioridad con la que se deben realizar las reevaluaciones de la exposición dérmica ocupacional en los trabajadores, dependen de las circunstancias que se presenten en los sitios de trabajo y que puedan alterar las condiciones del riesgo; dentro de estas se deben considerar:

- a. Incremento en la frecuencia y cantidad de uso de materias primas peligrosas.
- b. Modificaciones en los procesos (aumento de tiempos de exposición).
- c. Introducción de nuevas sustancias asociadas con dermatitis ocupacional.
- d. Modificaciones en los sistemas de control.

- e. La instalación y uso de nuevos equipos.

Para lograr el éxito de una estrategia dirigida a la prevención, se requiere diseñar un programa de vigilancia del ambiente de trabajo y de los trabajadores, en el cual se tengan en cuenta aspectos como los posibles cambios en la exposición, derivados de las modificaciones climáticas y de los cambios o modificaciones realizadas a los elementos de protección y seguridad. Así mismo, la introducción de nuevos trabajadores que deban ser capacitados en medidas de higiene personal, como lo son el tiempo y las características del baño corporal que se requiere cuando se ha realizado manipulación y/o aspersión de plaguicidas.

Referencias Bibliográficas

- NIOSH. Industrial Hygiene Sampling. Sampling Strategies Determination of Compliance and Classification of Violations for Air Contaminants Ch. II pp 1-16 Cincinnati, Oh. 1980.
- AIHA American Industrial Hygiene Association A Strategy for Assessing and Managing Occupational Exposures. Third Edition. USA 2006.
- Talty, J.T. P.E. Industrial, Hygiene Engineering Recognition, Measurement, Evaluation and Control. Ed. Ohio. USA 1985 Pag.2-8.
- ACGIH Air Sampling Instruments for Evaluation of Atmospheric Contaminants. 8th Ed. Part I The Measurement Process Part II Instrumentation Cin. Ohio. USA 1995.
- Leiden, NA. Validez y Representatividad de las mediciones ambientales en Higiene Industrial. Servicios Técnicos de Prevención MAPFRE II Simposio de Higiene Industrial. Madrid 1979.

7.2 Intervenciones para el control de los factores de riesgo.

7.2.1 ¿Qué estrategia se recomienda para vigilar continuamente la exposición laboral a PIC?

Recomendación:

Existe consenso de expertos nacionales e internacionales acerca del uso de estrategias para vigilar los resultados de la exposición a contaminantes químicos en general. Este tipo de estrategias son aplicables a grupos poblacionales de diferente tamaño. La estrategia recomendada para la validación de resultados de la exposición ocupacional a PIC es la siguiente:

Conformar grupos que tengan exposiciones similares a diferentes riesgos (GES) o que desarrollen actividades laborales similares, por ejemplo: operarios de fumigación, operarios de cultivo, operarios de manufactura, etc.

1. Clasificar estos grupos en categorías cualitativas de riesgo de exposición (crítico, alto, moderado, bajo), basados en simples observaciones, circunstancias de exposición,

panorama general de los factores de riesgo, etc. Se puede utilizar la Guía Técnica Colombiana GTC 45 del ICONTEC o la caja de herramientas sugerida en la recomendación 7.1.1 de esta Guía.

2. Confirmar, mediante evaluaciones ambientales, las categorías de exposición cualitativas anteriormente establecidas (línea base). Para cada GES, tomar entre 6 a 10 muestras aleatorias, incluyendo muestras blanco para control de calidad. Para GES mayores de 50 individuos, calcular el número de muestras tomando la raíz cuadrada del número de individuos en el GES. Debe tenerse en cuenta que la toma de menos de 6 muestras genera una alta incertidumbre sobre el perfil de la exposición. Preferir las evaluaciones personales.

3. Aplicando técnicas de estadística descriptiva a los resultados de las evaluaciones realizadas en cada GES, obtener los parámetros requeridos como: rango de las evaluaciones, valores mínimo y máximo, porcentaje de muestras superiores a los TLV – TWA o 100% de la Concentración Relativa (CR), promedios aritmético y geométrico, desviación estándar de la exposición, desviación estándar geométrica, etc.

4. Utilizar la desviación estándar geométrica para asegurar la adecuada selección de los GES.

Nivel de evidencia: 4

Grado de recomendación: C

Resumen crítico de la evidencia:

La tendencia actual de gestión del riesgo profesional es mantener controladas las exposiciones ocupacionales a que son sometidos los trabajadores. La valoración ambiental y médica realizada en forma simultánea permite tomar decisiones para la prevención de las patologías respiratorias. El apoyo de la estadística para el procesamiento y análisis de datos con altos niveles de confianza contribuye enormemente en este propósito.

Organismos como la OMS, NIOSH, ACGIH y AIHA tratan con mucho detalle el tema encontrando las siguientes coincidencias en la forma de conducir procedimientos para una adecuada manera de validar los estudios de higiene de campo.

1) El valor límite permisible es una herramienta clave para mantener controlada la exposición de individuos a los riesgos higiénicos.

2) Se debe preferir los muestreos personales a los muestreos de área por cuanto los primeros ejercen un mejor control en la variabilidad de la exposición.

3) Una manera razonable de optimizar los recursos de muestreo y, en consecuencia, los costos de inversión es acudir al muestreo estadístico, para soportar las decisiones en el

seguimiento y control de los riesgos en los individuos expuestos. El tratamiento estadístico de las muestras se debe realizar sobre la base de muestras tomadas bajo condiciones de tiempo similares. Por ejemplo, no mezclar muestras tomadas durante 8 horas con muestras tomadas durante 2 horas.

4) La conformación de grupos de exposición similar (GES) facilita el estudio de la exposición de poblaciones de trabajadores a partir de muestras estadísticas, con altos niveles de confianza. Un GES es un grupo de trabajadores que tienen exposición comparable.

5) El número de muestras que se deben tomar a un grupo de exposición similar GES para confrontar los resultados de la exposición a riesgos higiénicos con los valores límites permisibles está determinado según el tipo de efecto esperado en la salud. Así, para efectos crónicos se requieren por lo menos seis (6) muestras para obtener una estimación con un 95% de confianza. Resulta razonable tomar el número de muestras proporcional a la raíz cuadrada del número de trabajadores del GES. Así por ejemplo 49 trabajadores necesitan 7 muestras, 81 trabajadores necesitan 9, 16 trabajadores requieren 4 (redondear a 6 como mínimo).

Con fines ilustrativos, se recuerda que la estrategia de NIOSH se basa en un intervalo de confianza alrededor de la media para un grupo de muestras y aplican los siguientes criterios de decisión:

1.- Si el límite de confianza superior (LCS) se encuentra por debajo del valor límite permisible la exposición encontrada está en conformidad.

2.- Si el límite de confianza inferior (LCI) se encuentra por encima del valor límite permisible la exposición está fuera de conformidad.

3.- Si el valor límite permisible se encuentra entre los límites de confianza superior e inferior no es posible aplicar un criterio de decisión con un nivel de confianza del 95%.

Referencias Bibliográficas

American Industrial Higiene Association (AIHA). A strategy for assessing and managing occupational exposures. 3rd ed. Vancouver; 2006.

Ministerio de la Protección Social de Colombia. Guía de atención integral basada en la evidencia para neumoconiosis (silicosis, neumoconiosis del minero de carbón y asbestosis). Bogotá; 2006.

Rock JC. Occupational air sampling strategies. In: Cohen BS, Hering SV, editors. Air sampling instruments. 8th ed. ACGIH; 1995.

Vincent R, Bonthoux F, Mallet JF, Iparraguirre Rio S. Methodologie d'évaluation simplifiée du risque chimique. INRS Hygiène et sécurité du travail. Cahiers de notes documentaires. 2005;200:39-62.

7.2.2 ¿Cuál es el enfoque actual recomendado para el control de los riesgos químicos asociados con enfermedades profesionales relacionadas con los PIC? y ¿qué métodos de control en la fuente y en el medio, se recomiendan para controlar la exposición de los trabajadores a los PIC en los ambientes de trabajo?

Recomendación

El enfoque actualmente recomendado para el control de riesgos químicos asociados con el desenlace de enfermedades profesionales derivadas de la exposición a los PIC, se basa en la aplicación de estrategias de control a nivel de la fuente, el medio y el receptor. Dentro de estas se identifican prioritariamente:

- Controles en la fuente :
 1. Sustitución cuando no ha sido factible la eliminación.
 2. Modificación de la fuente.
 3. Modificación en prácticas de trabajo.

- Controles en el medio:
 1. Automatización.
 2. Separación.
 3. Aislamiento.
 4. Ventilación.

- Controles en el receptor:
 1. Medidas administrativas en relación con la modificación del tiempo de exposición.
 2. Sistemas de protección personal.
 3. Inducción y capacitación a trabajadores.
 4. Vigilancia médica.

Este enfoque incluye actividades de ingeniería y actividades administrativas, las cuales deben hacer parte de un programa integral de higiene y seguridad ocupacional.

Adicionalmente, se sugiere la consulta de las Guías Ambientales para el sector de plaguicidas relacionadas con el almacenamiento, transporte, aplicación aérea y terrestre y manejo de envases y residuos, publicadas en el año 2003 por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorio en asocio con la ANDI. En ella se especifican ampliamente los requerimientos de control en la fuente, en el medio y en el receptor para cada una de estas etapas. La guía está disponible en la dirección: <http://www.minambiente.gov.co/prensa/publicaciones/publicaciones.htm>.

En el apéndice 4 se presentan algunas direcciones electrónica que presentan fuentes de información importantes para el manejo ocupacional y ambiental.

Nivel de evidencia: 4

Grado de recomendación: C

Resumen crítico de la evidencia:

Según Popendorf en *Industrial Hygiene Control of Chemical Hazards 2006*, los higienistas industriales han desarrollado una jerarquización filosófica de los métodos preferidos para el control de los riesgos como los **paradigmas de control de higiene industrial**, los cuales han sido descritos en diferentes formas, en diferentes épocas, pero los conceptos básicos enmarcados son esencialmente los mismos indicados en la siguiente tabla:

Tabla 8. El Rol del Control de la Higiene Industrial

Preferencia Tradicional	Preferencia Moderna	Control Especifico
Control de Ingeniería.	Control en la Fuente.	1. Sustitución.
		2. Modificación de la Fuente.
		3. Modificación en Prácticas de Trabajo.
	Control en el Medio.	1. Automatización.
		2. Separación.
		3. Aislamiento.
		4. Ventilación.
	Control Administrativo.	Control en el Receptor.
Protección Personal.		Elementos de protección personal, principalmente respiratoria y dérmica.

Control en la fuente significa cambiar el origen o intervenir en el proceso donde está presente el riesgo. La intervención proactiva o de anticipación significa reconocer los riesgos potenciales durante la fase de diseño de un proyecto o fabrica (antes de que sea construido). Siempre resultara más sencillo y económico realizar cambios en el papel y en los planos que en las estructuras construidas. **El control en el medio** para riesgos químicos significa intervenir el medio para desplazar el agente contaminante distanciándolo del trabajador y evitar así que penetre las vías respiratorias, o eliminar el contacto con la piel y las vías digestivas. Las siguientes son opciones de control en **la fuente y en el medio**:

- Sustitución.
- Modificación en la fuente o en las prácticas de trabajo.
- Automatización.
- Separación.
- Aislamiento.
- Ventilación.

1. **La sustitución** tiene como fin reemplazar operaciones o sustancias peligrosas por operaciones o sustancias menos peligrosas. Por ejemplo, reemplazar el uso de plaguicidas químicos por fungicidas y herbicidas biológicos; compuestos volátiles por compuestos semivolátiles o poco volátiles, disolventes con alta presión de vapor por disolventes con baja presión de vapor, disolventes orgánicos por disolventes acuosos.
2. **Modificación:** consiste en modificar la forma de efectuar una operación determinada cuando no ha sido posible sustituir la sustancia peligrosa. Por ejemplo controlar la temperatura de trabajo de una sustancia para que la presión del vapor y la consecuente evaporación no sea mayor; humedecer las partículas finas para que aumente su tamaño lo cual dificulta la penetración por las vías respiratorias; reducir el área superficial de los contenedores donde se encuentre almacenados los productos tóxicos y mantenerlos herméticamente tapados cuando no estén siendo utilizados.
3. **Automatización o mecanización:** a través de ayuda mecánica o electrónica, tipo robótica, para reemplazar parte de las funciones de los trabajadores que puede implicar contacto directo de estos con los agentes tóxicos.
4. **Separación:** esta medida está orientada a incrementar la distancia entre el peligro químico y el trabajador o cambiar la orientación de la aplicación del plaguicida respecto al viento.
5. **Aislamiento:** significa crear una barrera física entre la fuente y el trabajador. Esto es posible, por ejemplo cuando el trabajo requiere de pocos operarios, o cuando se dispone de espacios cerrados climatizados y confortables para el operario con el fin de que desde allí puedan controlarse las operaciones. Este sistema requiere de cierto grado de automatización de los procesos de producción.
6. **Ventilación:** consiste en lograr por medios naturales o mecánicos el suministro de aire fresco para la dilución o extracción de los contaminantes en el aire en espacios semi-cerrados o cerrados. Puede ser general aplicable a contaminantes de baja toxicidad y cuando el trabajador está lejos de las fuentes de emisión y local exhaustiva para sustancias altamente tóxicas, como los PIC, en donde el agente es capturado en su lugar de emisión antes de que pueda pasar al ambiente de trabajo.

Los controles en la fuente, ofrecen las siguientes ventajas: a) el trabajador puede realizar sus tareas en un ambiente más saludable, lo cual contrasta con la situación en la que se elige como control un sistema de protección personal que debe llevar la persona mientras realiza su trabajo en un lugar no controlado. b) Son los más eficaces para reducir el riesgo de exposición no sólo de los trabajadores, sino del medio ambiente. Entre sus desventajas se señala el alto costo inicial de la implementación, lo cual a largo plazo se compensa con la reducción de costos por enfermedad.

La ventilación es la mejor forma de control del contaminante en **el medio** ya que puede reducir la acumulación de químicos tanto en el aire como en las superficies de trabajo, lo cual reduce la probabilidad del contacto con la piel.

En el caso de los plaguicidas tipo PIC de tipo cancerígeno o sensibilizantes se deben tomar siempre todas las medidas preventivas específicas razonablemente factibles para reducir el riesgo al mínimo posible, ya que para dichos agentes no existen exposiciones *seguras*. Sin embargo, el control de ingeniería es el medio más efectivo para reducir la exposición cuando no es posible aplicar la sustitución.

La evidencia plantea un cambio del enfoque para el control de la exposición de los trabajadores a los contaminantes químicos en general, incluidos los PIC, así:

- Los métodos tradicionalmente denominados: control de ingeniería, controles administrativos y controles a través de la protección personal actualmente están incluidos dentro de los controles en la fuente, controles en el medio y controles en el receptor, procurando que sea este el orden de intervención a preferir.
- Los controles en **la fuente** incluyen la eliminación del agente contaminante y si esto no es posible su sustitución por agentes menos peligrosos o tóxicos. Modificaciones en las condiciones físicas de las sustancias durante su uso, como la temperatura de trabajo para reducir la presión de vapor (su volatilidad) y/o disminuir las superficies de evaporación.
- Los controles en **el medio** tienden a lograr la automatización de las operaciones; aumentar la distancia entre las fuentes y el individuo expuesto; encerrar o separar las fuentes generadoras y el trabajador a través de barreras físicas como un cuarto o una pared simple. Utilizar ventilación general o local exhaustiva, por ser esta la forma más razonable posible a través de la cual se puede reducir la concentración de sustancias en la zona respiratoria de los trabajadores y evitar la acumulación de estas en las superficies de trabajo, debido a que esta acumulación representa un riesgo adicional por el contacto directo que pueden tener estos agentes a través de la piel.
- Los controles en **el receptor** se refieren especialmente a las acciones administrativas que permitan intervenciones sobre los periodos de trabajo de los empleados con relación al riesgo tales como: reducción de los tiempos de exposición por rotación de los trabajadores; uso de los elementos de protección personal y programas de educación de los trabajadores.

Referencias Bibliográficas

- International Labor Office (ILO). International Chemical Control Toolkit. Ginebra. Suiza, 2004. Versión electrónica: http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/main_guide.pdf.
- Talty, J.T. Industrial Hygiene Engineering. Recognition, Measurement, Evaluation and Control 2th Ed. USA- 1995. pp 11-22/62-76.
- ACGIH. Air Sampling Instruments for Evaluation of Atmospheric Contaminants. 8th Ed. Cin. Ohio. 1995. Part I The Measurement Process Part II Instrumentation.
- Perhins J.L. Modern Industrial Hygiene. Air Sampling and Laboratory Analysis. V 1. New York. ITP Editors. 1996. pp 369- 387 pp 389- 423.

- AIHA. A Strategy for Assessing and Managing Occupational Exposures. Exposure Assessment Strategies Committee 2th Ed. AIHA Press 1998.
- NIOSH. Industrial Hygiene Sampling. Sampling Strategies Determination of Compliance and Classification of Violations for Air Contaminants Ch. II Cincinnati, Oh 1980. pp 1-16
- Leidel, NA. Validez y Representatividad de las mediciones ambientales en Higiene Industrial. Servicios Técnicos de Prevención MAPFRE II Symposium de Higiene Industrial. Madrid. 1979.
- INSHT. Métodos de mediciones para agentes químicos. 2003
- INSHT Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Ministerio de trabajo y asuntos sociales España. 2003. Versión electrónica: www.mtas.es/insht/practice/g_AQ.htm Apéndice 5. Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos presentes en los lugares de trabajo relacionados con agentes químicos.
- Cortés D. JM. Seguridad e Higiene del Trabajo. Técnicas de Prevención de Riesgos Laborales 3ª Dep. 371/535 Madrid España 2001.
- Popendorf William. Industrial Hygiene Control of Airborne Chemical Hazards. Taylor & Francis. Boca Raton, FL USA. 2006.
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorio. Guías Ambientales para el Sector de Plaguicidas Bogotá, Colombia 2003. Versión electrónica: <http://www.minambiente.gov.co/prensa/publicaciones/publicaciones.htm>

7.2.3 ¿Cuáles son los componentes necesarios para el desarrollo de un programa integral de control en el trabajador que permita reducir su exposición a los PIC?

Se recomienda que el programa integral de control y reducción de la exposición de los trabajadores a los PIC incluya la revisión de algunos componentes administrativos y el énfasis en el uso de equipos de protección personal.

1. El control administrativo se dirige a reducir la exposición al agente disminuyendo el tiempo de la exposición del individuo (por ejemplo a través de la rotación) o bien a través de la reducción del número de individuos expuestos (por ejemplo realizando un proceso de alto riesgo solamente cuando se encuentran presentes pocos o ningún trabajador). Se debe respetar los criterios de reingreso en áreas tratadas con plaguicidas según el grado de toxicidad establecidos por la EPA. La educación (inducción y capacitación), la supervisión y las buenas prácticas de trabajo, también se debe incluir como medidas de control administrativo. Se recomienda tener en cuenta las guías ambientales para el subsector de los plaguicidas publicadas por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial en 2003, que incluyen elementos técnicos, administrativos y jurídicos para el desarrollo de las actividades de almacenamiento, transporte, aplicación y manejo de desechos de plaguicidas.
2. Los equipos de protección personal recomendados para evitar la exposición a los

PIC incluyen ropas resistentes a la acción de estos productos, incluyendo guantes, ropa de protección química y equipos de protección respiratoria. Los criterios para la selección y la utilización de los equipos de protección dérmica y respiratoria deben estar especificados en programas escritos, apoyados por los empleadores. Los equipos de protección personal deben cumplir con las normas NIOSH/OSHA. Se recomienda el cumplimiento de las siguientes especificaciones, para guantes: 29CFR1910.138; para ropa de protección: 29CFR1910.120 y, para protección respiratoria: 29CFR1950.134.

Nivel de evidencia: 4

Grado de recomendación: C

Resumen crítico de la evidencia:

El control en **el receptor** se refiere prioritariamente a controlar el tiempo de exposición para disminuir la dosis potencial, con base en el principio general que a mayor dosis, mayor es el efecto nocivo para la salud. Se recomienda que el programa integral de control en **el receptor**, para reducir la exposición de los trabajadores a los PIC incluya componentes administrativos y equipos de protección personal.

La gestión *administrativa* en el control de los riesgos es fundamental en la prevención de la exposición de los trabajadores y la contaminación ambiental. Dentro de la gestión administrativa es importante la reducción de la exposición mediante la programación de las rotaciones de los trabajadores; sin embargo esta estrategia presenta algunas desventajas como:

- b. La rotación de trabajadores puede reducir la exposición media total durante la jornada de trabajo, pero aumentar el número de trabajadores que se verán sometidos a altas exposiciones durante periodos cortos de tiempo.
- c. A medida que se conoce más sobre los agentes peligrosos y sus mecanismos de acción, las exposiciones pico de corta duración pueden representar un riesgo mayor del que se estimaría por la concentración a exposición media.
- d. La eficacia en la modificación de las prácticas de trabajo depende de su aplicación y seguimiento, y esto requiere de atención constante, lo cual supone un costo importante.

A pesar de lo anterior, las rotaciones son una estrategia útil, cuyas desventajas se pueden reducir con la aplicación complementaria de las actividades de vigilancia médica.

Los periodos de reentrada después de la fumigación de un área, se basan en la categoría toxicológica y en las características fisicoquímicas del producto, se encuentran registrados en las etiquetas o en la hojas de seguridad de cada producto. Los periodos de re-entrada establecidos por la Environmental Protection Agency de los EE UU (US EPA) son: para los plaguicidas categoría I mínimo 48 h, categoría II mínimo 24 h, categorías III y IV mínimo 12 h.

A continuación se indican los períodos de reentrada para algunos de los PIC, según las fichas técnicas de plaguicidas de la OMS/OPS 2001:

Tabla 9. Períodos de reentrada para algunos plaguicidas organofosforados de uso frecuente en Colombia.

ORGANOFOSFORADOS		
NOMBRE GENERICO	NOMBRE COMERCIAL	PERIODO MÍNIMO DE REINGRESO (HORAS)
Diclorvos.	Diclorvos, Vapona.	No encontrado.
Mevinphos.	Mevinfos.	24 horas.
Monocrotofos.	Monocrotofos 600 SL.	48 horas.
Clorpirifos.	Arriero 2,5 DP Lorsban 4 EC.	Hasta que la aspersion esté completamente seca. Personas no protegidas deberán mantenerse fuera de las áreas tratadas.
Coumafos.	Asuntol, CoRal.	No encontrado.
Diazinon.	Diazinon, Basudin.	No encontrado.
Fenthion.	Lebaycid 500 SC.	No encontrado.
Metilparation.	Metilparation.	48 horas.
Paration.	Parawet, Folidol.	14 días para la mayoría de los cultivos. 21 días para cultivos de duraznos, melocotones, y uvas.
Malathion.	Malathion U.L.V. – Aucuafin 440 EW.	No encontrado.
Metamidofos.	Tamarón, Metamidofos, Monitor.	48 horas.
Profenofos.	Curacron, Tambo.	No encontrado.

Fuentes: Thomson PLM S.A. Diccionario Especialidades Agroquímicas. Edición 16. Bogotá: La Entidad, 2006. Nieto Z. O. Fichas técnicas de plaguicidas a prohibir o restringir según el acuerdo No. 9 de la XVI Reunión del Sector Salud de Centroamérica y República Dominicana (RESSCAD). OMS/OPS Costa Rica 2001.

Tabla 10. Periodos de reentrada para algunos plaguicidas carbamatos de uso frecuente en Colombia

CARBAMATOS		
NOMBRE GENERICO	NOMBRE COMERCIAL	PERIODO MÍNIMO DE REINGRESO
Aldicarb.	Temik.	48 horas.
Carbaril.	Kevin 80 WP.	No encontrado.
Carbofuran.	Furadan, Curater.	48 horas a 14 días dependiendo del cultivo.
Metomil.	Methavin 90 SP – Lannate SL.	1 a 7 días dependiendo del cultivo.
Propoxur.	Baygón, Unden, Okocebo.	No encontrado.

CARBAMATOS		
NOMBRE GENERICO	NOMBRE COMERCIAL	PERIODO MÍNIMO DE REINGRESO
Methiocarb.	Mesurool.	No encontrado.

Fuentes: Thomson PLM S.A. Diccionario Especialidades Agroquímicas. Edición 16. Bogotá: La Entidad, 2006. Nieto Z. O. Fichas técnicas de plaguicidas a prohibir o restringir según el acuerdo No. 9 de la XVI Reunión del Sector Salud de Centroamérica y República Dominicana (RESSCAD). OMS/OPS Costa Rica 2001

En Brasil los periodos generales de reentrada utilizados para plaguicidas organofosforados son: de 4 a 30 días en agricultura. 7 a 10 horas en pecuaria (consumo de leche) y 7 a 10 días (consumo de carne) (OMS/OPS 2001).

Los programas de educación, supervisión, control de calidad y buenas prácticas de trabajo, también deben incluirse como medidas de control administrativo.

En Colombia, en Diciembre del 2003, el Ministerio de Ambiente en un convenio con la Cámara de la Industria para la Protección de Cultivos de la ANDI, publicó las guías ambientales para el subsector de los plaguicidas con el objetivo de proporcionar elementos técnicos, administrativos y jurídicos para el desarrollo de las actividades de almacenamiento, transporte, aplicación y manejo de desechos.

Dicho documento contiene aspectos de especial interés para el cuidado de la salud y de la seguridad de los manipuladores de plaguicidas como, normas de bioseguridad, manejo adecuado, transformación de los empaques, información y capacitación para usuarios, diseño de espacios y requisitos de ventilación, iluminación, instalaciones eléctricas, entre otros. Además señala las medidas y requisitos para prevención de incendios, manejo de desechos y derrames, equipos de protección personal, etiquetado, etc.

Los equipos de protección personal deberán utilizarse cuando existan riesgos para la salud y seguridad de los trabajadores que no hayan podido evitarse o limitarse suficientemente por medios técnicos de protección colectiva o mediante medidas, métodos o procedimientos de organización del trabajo.

No obstante, el concepto del control de la exposición, se ha limitado frecuentemente por empleadores al suministro de elementos de protección personal, usada equivocadamente como una medida aparentemente barata y de fácil aplicación. En realidad el costo a largo plazo no guarda relación con los beneficios que se obtienen y resultan generalmente excesivos puesto que no controlan el riesgo ni son lo suficientemente eficientes para reducir la exposición, ocasionan molestias y resistencia al usuario.

Aunque se considera que debe ser la última línea de defensa en la protección de la salud de los trabajadores, en la exposición de la piel debido a características de cada trabajo se debe analizar la posibilidad de considerarlos prioritarios.

De acuerdo con los factores de riesgo presentes en los sitios de trabajo es necesario dotar a los trabajadores de trajes con diseños y materiales adecuados que brinden seguridad y

protección y resulten lo más cómodos posibles. La exposición de la piel a algunas sustancias exige trajes de materiales con determinados criterios técnicos relacionados con su resistencia a sustancias químicas, permeabilidad, porosidad, clase de tejido. La empresa debe establecer normas sobre el uso y limpieza de los trajes contaminados

La dotación de elementos de protección personal recomendada debe incluir, guantes, ropa de trabajo (delantal, chaqueta, pantalón, etc.), calzado y protección para la cabeza según los requerimientos de cada tarea. Para la adquisición de guantes y otros elementos de protección personal es necesario considerar los factores siguientes:

- Para ropa de protección: 29CFR1910.120.
- Para guantes: 29CFR1910. 138.
- Tipo de sustancia que se va a manipular o usar.
- Frecuencia y duración del contacto con el contaminante.
- Naturaleza del contacto (inmersión total, salpicadura, niebla, contaminación superficial o de contacto).
- Concentración del agente químico
- Temperatura del agente químico
- Posibilidad de abrasión, punción, resistencia a la ruptura de la ropa de trabajo en cada tarea o actividad laboral
- Extensión a proteger (manos, antebrazos, brazos)
- Requerimientos de destreza en la tarea o trabajo
- Los requisitos del agarre (en seco, en húmedo, aceitoso)
- Deterioro esperado del material de los guantes
- Permeabilidad determinada para el material
- Diseño del guante (por ejemplo el borde del puño, costuras, el color que se utiliza para mostrar la contaminación).
- Protección térmica
- Talla requerida para uso confortable y ajustado
- Costo

Esta Guía recomienda tener en cuenta, para estos propósitos, los siguientes Códigos de Registro Federal (CFR, por sus siglas en inglés) de los Estados Unidos, que pueden ser consultados por internet:

- Para guantes: 29CFR1910. 138
- Para ropa de protección: 29CFR1910.120 y
- Para protección respiratoria: 29CFR1950.134

Para la selección de ropas de protección el Manual de Peligros Químicos de NIOSH, es una excelente fuente de referencia en www.cdc.gov/niosh/prot-cloth/ncpc1.html. Otra fuente de información importante es http://www.osha.gov/dts/osta/otm/otm_viii/otm_viii_1.html

Referencias Bibliográficas

- Talty, J.T. P.E. Industrial, Hygiene Engineering Recognition, Measurement, Evaluation and Control. Ed. Ohio.1985 Pag.2-8.
- Occupational Safety and Health Administration (OSHA). Chemical Hazard Communication. 1998. USA.
- National Institute Occupational Safety and Health (NIOSH). Pocket guide to chemical hazards; 2005. Available from: <http://www.cdc.gov/niosh/npg/default.html>.
- National Institute Occupational Safety and Health (NIOSH). Pocket Guide to Chemical Hazards, June 1997 Edition (Publication No. 97-140).
- Centro Nacional de Condiciones de trabajo Barcelona. España Dermatitis por agentes químicos: Prevención.
- National Safety Council. Fundamentals of Industrial Hygiene. Edit: Plog B.A: 3rd. Edition. Chicago, IL: Chapter 20, 21, 22. 1993. pp457 - 546,
- Rubio, Romero JC. Gestión de la Prevención de Riesgos Laborales OSHAS-18001. Directrices OIT y otros Modelos. Madrid 2002 pp. 1-44.
- Cortés D, J.M. Seguridad e Higiene del Trabajo. Técnicas de Prevención de Riesgos Laborales 3ª Dep. 371/535 Madrid España 2001.
- Popendorf William. Industrial Hygiene Control of Airborne Chemical Hazards. Taylor & Francis. Boca Raton, FL 33487-2742 USA. 2006.
- Thomson PLM S.A. Diccionario Especialidades Agroquímicas. Edición 16. Bogotá: La Entidad, 2006
- Nieto Z. O. Fichas técnicas de plaguicidas a prohibir o restringir según el acuerdo No. 9 de la XVI Reunión del Sector Salud de Centroamérica y República Dominicana (RESSCAD). OMS/OPS Costa Rica 2001.

7.2.4 ¿Cuáles son los componentes fundamentales de un programa educativo que sea efectivo para la promoción de la salud y la prevención de los desenlaces relacionados con la exposición en los trabajadores expuestos a PIC?

Recomendación

Las estrategias educativas para trabajadores son una medida que impacta positivamente en la reducción de riesgos por exposición a plaguicidas. Este tipo de programas debe contar con contenidos dirigidos a fortalecer los conceptos de uso y manejo adecuado de plaguicidas y deben incluir tópicos como:

- Nociones básicas de toxicología
- Factores que modifican la toxicidad dependientes del individuo (vías de ingreso, estado de salud, edad, género, factores genéticos), del agente (propiedades fisicoquímicas) y del medio ambiente tanto general (temperatura ambiental, presión atmosférica, actividad lumínica) como ocupacional (uso de elementos de protección personal y medidas de higiene y seguridad industrial).
- Clasificación de los plaguicidas:

- Capacitar al trabajador en los sistemas de clasificación de la peligrosidad de los agentes químicos presentes en el sitio de trabajo y en el grado de toxicidad de los plaguicidas.
- Instruir al trabajador en el contenido de las hojas de seguridad de materiales (MSDS) y el uso de las hojas de seguridad de los plaguicidas PIC.
- Identificación de riesgos de acuerdo con la tarea que se realiza y en la cual hay contacto con plaguicidas.
- Disposición final, envases rotulados y los planes de contingencia (derrame e incendio)
- Manifestaciones clínicas desencadenadas por la exposición ocupacional.
- Vigilancia médica y seguimiento con la determinación de la enzima acetilcolinesterasa.
- Medidas de prevención para el uso y manejo de plaguicidas en el ambiente laboral y extralaboral (incluye indicaciones para el manejo y disposición final de envases).
- Manejo primario del paciente intoxicado.

Nivel de evidencia: 4

Grado de recomendación: C

Resumen crítico de la evidencia:

La importancia de la implementación de programas de capacitación para el manejo de plaguicidas y su impacto sobre la reducción en los efectos en salud y el ambiente se encuentra documentada en diferentes reportes de experiencias exitosas en la aplicación de estrategias de educación sanitaria en el uso de plaguicidas.

La extrapolación y aplicación de estas estrategias debe tener en cuenta las diferencias culturales y tecnológicas existentes en los países industrializados y los países en vía de desarrollo, lo cual hace necesario aplicar estrategias específicamente diseñadas para la población, de acuerdo con sus condiciones. La escasa eficacia de algunos métodos tradicionales de educación, en los cuales solamente se transmite un mensaje sin generar criterios propios ni razonamientos analíticos, generó la necesidad de buscar otras metodologías que involucraran a los trabajadores y usuarios de plaguicidas y que contribuyeran a modificar sus hábitos y prácticas en el manejo de estas sustancias.

Países como El Salvador han logrado importantes reducciones en la incidencia de alteraciones en la salud derivadas de la exposición a plaguicidas por medio de la aplicación de metodologías educativas y participativas como **SARAR**, la cual se fundamenta en el desarrollo de las capacidades del individuo para evaluar situaciones y generar soluciones. Dicha metodología ha sido adaptada e implementada en Colombia hace aproximadamente 3 años.

Sus siglas en inglés se refieren a los atributos y capacidades mínimos con que se debe contar para lograr que el proceso de aprendizaje sea dinámico y efectivo y se promuevan

cambios durables en las prácticas y hábitos de salud y seguridad (**S**eguridad, **C**apacidad de **A**sociación, **R**eacción con ingenio, creatividad e iniciativa, **A**ctualización, **R**esponsabilidad). Esta metodología permite fortalecer la capacidad de los trabajadores y personas de la comunidad para asumir un papel central en las actividades proyectadas y facilita el cuestionamiento y modificación de preconceptos relacionados con los factores de riesgo determinantes para la prevención de desenlaces por exposiciones accidentales a plaguicidas.

Pruebas piloto realizadas en los municipios de Belén de Umbría (Risaralda) y Villamaría (Caldas), mostraron resultados favorables con la aplicación de la metodología SARAR por medio de visitas asistidas. Los contenidos manejados en las actividades realizadas incluían:

- Generalidades de plagas y plaguicidas, donde se comenta acerca de las principales plagas y su control biológico y botánico; así mismo se explica acerca de los usos de los plaguicidas, sus peligros, su forma de penetración y sus categorías de toxicidad.
- Explicación de la amenaza de los plaguicidas, en la cual se comentan sus impactos agudos y crónicos sobre la salud, el ambiente y la posible contaminación de alimentos y aguas.
- Indicaciones para manejo adecuado de plaguicidas, enfocada especialmente en la selección apropiada del producto, su transporte y su almacenamiento.
- Aplicación adecuada de plaguicidas, tema en el cual se hace énfasis en el uso de elementos de protección personal, la preparación de las mezclas; se comentan los errores más frecuentes en la aplicación de plaguicidas y se concluye con la explicación de la forma apropiada para el lavado de equipos de fumigación, la limpieza personal posterior a la fumigación y la destrucción de los envases vacíos.
- Indicaciones de primeros auxilios, en la cual se comentan las acciones básicas que se deben realizar en caso de intoxicación.

Es importante que los usuarios evalúen otras metodologías y experiencias que se han desarrollado para diferentes tipos de plaguicidas, así como aquellas que se han empleado en los procesos de intervención en salud pública.

Referencias Bibliográfica

- Organización Panamericana de la Salud. Instituto Nacional de Salud - Colombia. Adaptación Manual Salvadoreño “Prevenimos las Intoxicaciones y Evitamos la contaminación”, 2005.
- Henaó, S. Nieto, O. Curso de auto instrucción en diagnóstico, tratamiento y prevención de intoxicaciones agudas causadas por plaguicidas. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS), 1999.

7.3 Vigilancia de la salud de los trabajadores

7.3.1 ¿Cuáles trabajadores deben ser incluidos en el programa de vigilancia médica por exposición ocupacional a PIC? y ¿qué aspectos se deben tener en cuenta para su ejecución y cuánto tiempo deben permanecer en el programa?

Recomendación

De acuerdo con el tipo de escenario o industria en la cual se utilicen los PIC, se recomienda incluir en programas de vigilancia médica periódica a todos los trabajadores que tengan exposición directa y frecuente a estos plaguicidas, por ejecución de actividades como manufactura, transporte, almacenamiento, venta o distribución, mezcla y preparación, aplicación, supervisión y disposición final de envases. Los trabajadores que presentan exposición indirecta por desarrollo de actividades ocasionales en áreas fumigadas deben ser incluidos en la vigilancia de acuerdo con la frecuencia y la duración de la actividad que realizan.

Los aspectos por tener en cuenta para la ejecución de un programa de vigilancia médica por exposición a PIC incluyen:

- Realizar la evaluación médica preocupacional a todo trabajador que vaya a ingresar al programa de vigilancia, y las evaluaciones médicas ocupacionales periódicas con énfasis en los sistemas dermatológico, respiratorio y neurológico, cuya frecuencia varía de acuerdo con la exposición y de la evaluación médica posocupacional o de egreso. De acuerdo con las normas nacionales, estas evaluaciones deben ser llevadas a cabo por un médico especialista en salud ocupacional.
- Disponer de fuentes de información y de registros que permitan la identificación de los aspectos de seguridad e higiene relacionados con la exposición:
 - Duración y frecuencia de las actividades que implican contacto con plaguicidas.
 - Categoría toxicológica de los productos utilizados.
 - Características y tipo de elementos de protección.
- Realizar el monitoreo biológico por medio de medición de niveles de actividad de acetilcolinesterasa.

La vigilancia se debe realizar durante el tiempo que los trabajadores permanecen en la exposición y en los controles periódicos posteriores se debe tener en cuenta el antecedente de exposición para identificar posibles efectos crónicos de la exposición a PIC.

En los casos en que no se tenga la posibilidad de desarrollar un programa estructurado de vigilancia ocupacional, los médicos de los centros asistenciales que atienden a la población general deben indagar acerca de la ocupación de sus pacientes y en el evento en que estos realicen alguna actividad que implique el uso de plaguicidas, interrogar

acerca del tipo de producto, la frecuencia de uso, la forma de protección personal empleada para su manipulación, las condiciones de almacenamiento y la posible exposición de otros miembros de la familia; así mismo, se debe evaluar con mayor detenimiento los sistemas potencialmente alterables por exposición a inhibidores de acetilcolinesterasa. En determinadas áreas es de gran importancia conocer el perfil de actividad agrícola local y los productos habitualmente utilizados para el control de plagas.

Nivel de evidencia: 4

Grado de recomendación: C

Resumen crítico de la evidencia:

Los plaguicidas inhibidores de la enzima acetilcolinesterasa son el grupo que más frecuentemente ocasiona intoxicaciones agudas, debido a su mecanismo de acción, y a que, son productos de amplio uso, por lo cual los trabajadores que presenten algún grado de exposición a PIC deben ser considerados dentro de las actividades de vigilancia.

La vigilancia médica inicia con la evaluación médica preocupacional, en el cual se debe indagar acerca de los hábitos y antecedentes patológicos que puedan representar un riesgo frente a la exposición a plaguicidas (alcoholismo, enfermedades hepáticas, anemia, etc.). Se revisa la historia laboral y se indaga sobre exposiciones anteriores a plaguicidas y condiciones de trabajo durante esas exposiciones (productos utilizados, horas/día de exposición, uso de elementos de protección, tiempo total de exposición, ambiente de trabajo, etc.). Respecto con los riesgos del cargo actual, se revisará la información de panorama de riesgos de acuerdo con el cargo.

En la historia clínica se registra información de antecedentes de intoxicaciones agudas o presencia de síntomas relacionados con posible efecto tóxico de los plaguicidas. La valoración médica debe centrarse en la identificación de posibles signos y síntomas de los sistemas:

- Neurológico: cefalea, mareo, temblor, síncope, nerviosismo, parestesias, trastornos del sueño, cambios de carácter.
- Dermatológico: sudoración, dermatitis o erupciones cutáneas, prurito
- Respiratorio: tos, disnea, dolor torácico, sibilancias, roncus, expectoración
- Otros: visión Borrosa, palpitaciones, astenia, dolor abdominal, diarrea, vómito.

En relación con el monitoreo biológico de trabajadores con exposición frecuente a PIC, el uso de biomarcadores de efecto como la medición de niveles de acetilcolinesterasa, o el uso de biomarcadores de exposición como la evaluación del plaguicida o de sus metabolitos en orina, permiten efectuar el control biológico complementario para el programa de vigilancia (Coker 2004). Los principales metabolitos de organofosforados, evaluables en la orina son

los alquilfosfatos, los cuales aparecen como resultado del metabolismo de los organofosforados que han ingresado por vía dérmica o inhalatoria.

Referencias Bibliográficas

Anwar WA ; Biomarkers of Human Exposure to Pesticides ; Environmental Health Perspectives, Vol. 105, Supplement 4, pages 801-806, 79 references, 1997.

Cocker J. Mason HJ Garfitt SJ Jones; Biological monitoring of exposure to organophosphate pesticides. *tóxicol Lett.* 2002, Aug 5; 134(1-3):97-103.

Ministerio de Sanidad y Consumo. Protocolos de Vigilancia Sanitaria Específica. Plaguicidas. Madrid. España.1999.

7.3.2 ¿Cuáles son los estudios complementarios (test funcionales, pruebas bioquímicas, otras pruebas) que se recomienda realizar para evaluar a los trabajadores incluidos en el programa de vigilancia médica por exposición ocupacional a PIC? y ¿con qué periodicidad deben realizarse?

Recomendación

La determinación de la actividad de la acetilcolinesterasa es la estrategia que permite realizar de manera más confiable la vigilancia biológica a los trabajadores expuestos a plaguicidas inhibidores de la enzima acetilcolinesterasa. Su interpretación requiere contar con niveles basales con el fin de establecer modificaciones significativas frente a los valores obtenidos durante la vigilancia.

La medición de acetilcolinesterasa eritrocitaria es la prueba más específica para efectuar la vigilancia, ya que se correlaciona directamente con el nivel de la enzima presente en Sistema Nervioso Central y puede indicar una absorción acumulativa en periodos prolongados. La periodicidad en su realización depende del grado de exposición y su frecuencia.

En casos de exposición permanente durante todo el año, se recomienda una determinación basal de la enzima y posteriormente un seguimiento trimestral de la misma. En exposiciones rotativas se debe realizar una determinación basal de la enzima y otra inmediatamente después de terminada la exposición.

La toma de la muestra para la determinación de la acetilcolinesterasa se debe hacer dentro de las primeras 72 horas posteriores a la terminación de la exposición y la muestra se debe analizar dentro de los primeros 5 días después de tomada ya que sólo permanece estable por este tiempo.

La determinación del nivel basal de la enzima exige que no haya habido exposición a PIC en los 30 días previos a la toma de esta medición.

Otras pruebas útiles para la vigilancia de la exposición pueden ser las pruebas de funcionalidad hepática, especialmente en casos en los cuales se identifiquen disminuciones significativas de la colinesterasa plasmática.

Nivel de evidencia: 2

Grado de recomendación: B

Resumen crítico de la evidencia:

La medición de acetilcolinesterasa plasmática (ChE) y de acetilcolinesterasa eritrocitaria (AChE) es la estrategia más aceptada para realizar el monitoreo biológico de trabajadores expuestos a inhibidores de colinesterasa, y también para el seguimiento clínico de casos de intoxicación. Sin embargo, varios autores (Maroni, 2000; Costa, 2005) coinciden en que para su interpretación se tienen que tener en cuenta varios aspectos:

- La disminución en los niveles de actividad de la colinesterasa plasmática (ChE) puede presentarse en diferentes condiciones fisiológicas y patológicas (Ver Tabla 11) sin desencadenar sintomatología de toxicidad anticolinérgica ni originar modificaciones en la AChE.
- Una disminución significativa en la actividad de la AChE se correlaciona directamente con los síntomas de toxicidad colinérgica y es patognomónica de intoxicación con OP debido a que es la que permite mejor correlación con el nivel de acetilcolinesterasa disponible en el sistema nervioso central.
- Debido a diferencias genéticas, existe un amplio rango de variabilidad interindividual en individuos no expuestos, especialmente en colinesterasa plasmática, lo cual hace necesario contar con niveles basales de los dos tipos de enzima, para poder efectuar las respectivas comparaciones en los seguimientos periódicos. La comparación con los rangos de normalidad de la población puede ser muy inespecífica para la toma de decisiones en los casos de seguimiento ocupacional, por esta razón algunos autores recomiendan contar con tres muestras preexposición de actividad de colinesterasa, para promediarlas y tenerlas como línea de base.
- Los organofosforados pueden ejercer su efecto de forma directa e indirecta. Los inhibidores directos (ej. Diclórfos) no requieren ninguna modificación metabólica después de su absorción, por el contrario los inhibidores indirectos (malation, diazinon, clorpirifos) deben sufrir un proceso metabólico de oxidación para ser efectivos. De acuerdo con este comportamiento, los signos y los síntomas causados por los inhibidores directos aparecen más rápidamente (inmediatamente o durante la exposición), y originan una rápida disminución de los niveles de colinesterasa, de forma diferente a los inhibidores indirectos, en los cuales el inicio de los síntomas es

lento, los niveles pueden tardar en disminuir y los efectos pueden aparecer tiempo después de la exposición.

- Existen controversias acerca de la significancia toxicológica de las modificaciones en los niveles de actividad y se considera que una disminución en la actividad de la colinesterasa eritocitaria superior al 30% en relación con el nivel basal, requiere revisión de las condiciones de salud del trabajador y el retiro temporal de la exposición.

Tabla 11. Diferencias en la variación de la actividad de los diferentes tipos de colinesterasa de acuerdo con condiciones fisiopatológicas específicas.

Condición	Colinesterasa Eritocitaria	Colinesterasa Plasmática
Individuos Sanos		
Variación interindividual	10 – 18 %	15-25 %
Variación intraindividual	3 – 7 %	6 %
Diferencias de género	No	10 – 15% > en hombres
Edad	Disminuida en menores 6 meses	
Masa Corporal		Correlación directa
Nivel de Colesterol		Correlación directa
Variación estacional	No	No
Variación Circadiana	No	No
Menstruación		Disminuida
Embarazo		Disminuida
Raza		Disminuida en Negros
Individuos Enfermos		
Actividad Reducida	Leucemia, Neoplasias	Enfermedad hepática, cáncer, falla cardiaca, anemia, reacciones alérgicas, infecciones
Actividad Incrementada	Policitemia, Talasemia, otras discrasias sanguíneas congénitas	Hipertiroidismo.

Fuente: Maroni M. et al. : Toxicology 143 (2000) 9–37.

Para establecer los valores de actividad de la colinesterasa basal de cada individuo, la ACGIH recomienda:

- Tomar dos o tres muestras, a intervalos de tres días como mínimo antes de que la exposición se inicie o tras un periodo mínimo de 30 días sin exposición. Las dos primeras muestras deberían discrepar entre sí menos del 20%, de lo contrario se requiere la tercera.
- En trabajadores no expuestos, se estima que entre dos muestras sucesivas pueden haber diferencias del 13 al 25 % en la actividad eritocitaria y del 20 al 23 % en la plasmática.

Las evaluaciones de la medición de niveles de actividad de la enzima acetilcolinesterasa durante el empleo varían de acuerdo con la exposición. Si la exposición es permanente durante todo el año, se recomienda una determinación basal de la enzima y, posteriormente, un seguimiento trimestral de la misma. En los casos en que la exposición es por períodos rotativos se debe realizar una determinación basal de la enzima y otra inmediatamente después de terminada la exposición.

La toma de la muestra para la determinación de la acetilcolinesterasa se debe hacer dentro de las primeras 72 horas posteriores a la terminación de la exposición y la muestra se debe analizar dentro de los primeros 5 días después de tomada ya que sólo permanece estable por este tiempo. Es importante tener en cuenta que la determinación del nivel basal de la enzima exige que no haya habido exposición mínima de 30 días previo a la toma de esta medición.

Cocker y colaboradores (2002) han planteado la medición de alquilfosfatos en orina como estrategia alterna para el monitoreo biológico por exposición a organofosforados y para evaluar la eficacia de las intervenciones para control de exposición; no obstante, su realización implica el uso de métodos analíticos complejos y no se dispone de suficientes valores de referencia para metabolitos urinarios.

La medición de la estearasa neurotóxica (NTE), la cual está presente en linfocitos y plaquetas y cuya medición puede ser de utilidad para predecir el desarrollo de neuropatía retardada, ya que se considera el blanco de inhibición en dicha situación, presenta dificultades para su uso, debido a las limitaciones en la disponibilidad de la técnica de medición y la escasa información de la variabilidad intra e interindividual con que se cuenta (Costa, 2005).

Referencias Bibliográficas

- Cocker J. Mason HJ Garfitt SJ Jones; Biological monitoring of exposure to organophosphate pesticides; *tóxicol Lett.* 2002, Aug 5; 134(1-3):97-103
- Maroni, M. Colosio, C. Ferioli, A. Fait, A Organophosphorous pesticides. *toxicology* 143 (2000) 9–37
- Aprea C Colosio C Mammone T Minoia C Maroni M; Biological monitoring of pesticide exposure: a review of analytical methods; *J Chromatogr B Analyt Technol Biomed Life Sci.* 2002, Apr 5; 769(2): 191-219
- Storm JE, Rozman KK, Doull J.; Occupational exposure limits for 30 organophosphate pesticides based on inhibition of red blood cell acetylcholinesterase. *toxicology.* 2000 Sep 7;150(1-3):1-29

7.3.3 ¿Cuáles factores de riesgo relacionados con el trabajador podrían favorecer el desarrollo de intoxicación aguda, y los desenlaces subsiguientes (síndrome intermedio y la neuropatía retardada) en los trabajadores expuestos a PIC?

Recomendación

La vigilancia de trabajadores expuestos a PIC hace necesario tener en cuenta determinados factores particulares del trabajador que en determinada situación pueden incrementar el riesgo de desarrollar efectos adversos para su salud. Dentro de estos se encuentran:

- Edad.
- Género.
- Estado de salud.
- Condición nutricional.
- Factores genéticos.
- Nivel educativo.
- Hábitos en el trabajo y medidas de higiene.
- Exposiciones extra laborales.

Nivel de evidencia: 4

Grado de recomendación: C

Resumen crítico de la evidencia:

Trabajadores de edad avanzada que se dedican a actividades agrícolas de fumigación pueden contar con mayor riesgo de afectarse tras la exposición a PIC debido a modificaciones en sus procesos fisiológicos de metabolismo y síntesis de enzimas (colinesterasa).

Diferencias de masa corporal, cantidad de tejido adiposo y variaciones fisiológicas cíclicas (menstruación), generan mayor riesgo de posibles efectos tóxicos por exposiciones de bajo nivel en individuos de baja estatura o en mujeres.

La presencia de alteraciones dérmicas incrementa el riesgo de posible absorción; así mismo, las alteraciones nutricionales y metabólicas pueden interferir en los procesos de síntesis de enzimas o metabolismo de productos, incrementando el riesgo de susceptibilidad. Igualmente los factores genéticos como disminución o alteración de enzimas que participan en los procesos de biotransformación de las sustancias químicas.

Las exposiciones extraocupacionales derivadas de uso doméstico de insecticidas, aplicación de plaguicidas en cultivos de pequeña escala para autosostenimiento sin las adecuadas medidas de protección y almacenamiento de plaguicidas en el hogar, pueden incrementar el riesgo de ocasionar efectos tóxicos en caso de presentar una exposición leve en el ambiente ocupacional.

Oliveira y col. (2001) identificaron una clara relación entre el bajo nivel educativo y el incremento de casos de intoxicación, determinado, entre otros, que dicha situación se presenta por dificultades en la comprensión de las indicaciones registradas en las etiquetas, omisión de la misma o total desconocimiento por analfabetismo.

Referencias Bibliográfica

Oliveira-Silva JJ. Alves SR. Meyer A. Perez F. Sarcinelli PN; Influence of socioeconomic factors on the pesticides poisoning, Brazil; Rev Saude Publica. 2001, Apr; 35(2):130-5.
Tahmaz, N. Soutar, A. Cherrie, W. Chronic Fatigue and Organophosphate Pesticides in Sheep Farming: A Retrospective Study Amongst People. Reporting to a UK Pharmacovigilance Scheme. Ann. occup. Hyg., Vol. 47, No. 4, pp. 261–267, 2003.

7.4 Diagnóstico

7.4.1 ¿Cómo se realiza el diagnóstico de los diferentes desenlaces que se presentan por la exposición a PIC?

Recomendación

Para realizar el diagnóstico de **intoxicación aguda por PIC** se deben tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Historia de exposición aguda a plaguicida organofosforado o carbamato.
- Hallazgos del examen físico compatibles con intoxicación: Miosis, bradicardia, broncorrea, broncoconstricción, sialorrea, hipotensión, diarrea, emesis, alteración del estado de conciencia, depresión respiratoria, convulsiones.
- Niveles sanguíneos de colinesterasa eritrocitaria y plasmática.

Tener en cuenta que el inicio de la sintomatología puede ser variable de acuerdo con la magnitud de la exposición, la vía de ingreso y el tipo de producto. Sin embargo, la mayoría de manifestaciones se presentan antes de 6 horas.

En los escenarios en que no se cuente con laboratorio, el diagnóstico se debe realizar con los hallazgos clínicos y los antecedentes de exposición.

El diagnóstico del **síndrome intermedio** se fundamenta en:

- Antecedente de intoxicación aguda por organofosforado.
- Compromiso característico de pares craneales y musculatura proximal de extremidades.
- Inicio de la sintomatología 24 a 96 horas en promedio después de la intoxicación aguda.

- Hallazgos electromiográficos de potenciales de denervación.
- Evolución clínica a recuperación en un periodo de 4 a 18 días.

El diagnóstico de la **neuropatía retardada** se hace teniendo en cuenta:

- Antecedente de exposición crónica o reciente a organofosforado.
- Inicio de los síntomas 2 a 3 semanas y, en algunos casos, meses después de la exposición.
- Compromiso distal de extremidades, con aparición de calambres y parestesias y posterior progresión hacia debilidad muscular.
- Cambios específicos en los estudios neurofisiológicos.

Nivel de evidencia: 3

Grado de recomendación: C

Resumen crítico de la evidencia:

Los diferentes estudios relacionados con intoxicación aguda por organofosforados concluyen que el diagnóstico clínico de la intoxicación aguda por PIC se soporta principalmente en el antecedente de exposición y la presencia de los hallazgos del examen físico los cuales incluyen miosis, bradicardia, sialorrea, broncorrea y sudoración excesiva (Worek, 2005).

La confirmación bioquímica se hace estableciendo los niveles de actividad de acetilcolinesterasa, e identificando una disminución en la actividad de la colinesterasa plasmática y eritrocitaria. Sin embargo, algunos autores (Kamanyire, 2004) consideran que la interpretación de estos valores no es totalmente confiable ya que existen causas diferentes a la intoxicación por PIC que pueden disminuir los valores de la acetilcolinesterasa. Eddleston y colaboradores (2007) dan mayor relevancia a los hallazgos clínicos para efectuar el diagnóstico ya que en muchas instituciones de salud es poco frecuente contar con la posibilidad de determinar la actividad de la acetilcolinesterasa en los momentos de toma de decisiones.

De cualquier manera, al realizar la correlación clínica en pacientes sin alteraciones previas en la colinesterasa, se identifican síntomas clínicos cuando la inhibición de la colinesterasa eritrocitaria es mayor al 50% a nivel cerebral. La toxicidad severa se presenta con inhibición mayor al 90%. Otros aspectos relacionados con la interpretación de los niveles de acetilcolinesterasa ya fueron comentados previamente.

Aunque el diagnóstico de los desenlaces por exposición a PIC es esencialmente clínico, Karalliedde (2006) describe que tras la intoxicación con organofosforados se identifican tres patrones específicos en los estudios electrofisiológicos: a) Descargas repetitivas frente a un estímulo único b) Reducción gradual en la amplitud de descarga del potencial de acción muscular, seguido de un incremento con la estimulación repetitiva (respuesta

decremento–incremento) y c) Reducción continúa en la amplitud de descarga del potencial de acción muscular con estimulación repetitiva (respuesta de decremento). La respuesta de decremento es el hallazgo más frecuente durante el síndrome intermedio, mientras que las descargas repetitivas se observan durante la fase del síndrome colinérgico agudo.

Un estudio conducido por Singh et al. (1998) para evaluar los efectos de la pralidoxima y el sulfato de magnesio en pacientes con intoxicación aguda por organofosforados a quienes se les realizó seguimiento neurofisiológico, permitió identificar que los datos neurofisiológicos pueden ser utilizados para monitorear la efectividad de las intervenciones farmacológicas en caso de intoxicación aguda.

Algunos autores (Jokanovic 2002, Lotti, 2005) han realizado investigaciones para determinar la utilidad de la medición de estearasa neurotóxica (NTE) como estrategia para el monitoreo de los pacientes con riesgo de desarrollar neuropatía retardada por exposición a organofosforados, así como estrategia diagnóstica para los casos instaurados de neuropatía; dichos estudios han mostrado importantes resultados en modelos animales como la gallina; sin embargo, su aplicabilidad en humanos todavía es limitada.

Referencias Bibliográficas

- Worek, F. Koller, M. Thiermann, H. Szinicz, L. Diagnostic aspects of organophosphate poisoning toxicology 214 (2005) 182–189.
- De Silva HJ, Samarawickrema NA, Wickremasinghe AR; Toxicity due to organophosphorus compounds: what about chronic exposure? *Trans R Soc Trop Med Hyg.* 2006 Sep;100(9):803-6. Epub 2006 Jun 27.
- Eddleston, M. Buckley, N, Eyer, P, Dawson,A. Management of acute organophosphorus pesticide poisoning. www.thelancet.com Published online August 15, 2007 DOI:10.1016/S0140-6736(07)61202-1.
- Jokanovic M, Stukalov PV, Kosanovic M.; Organophosphate induced delayed polyneuropathy. *Curr Drug Targets CNS Neurol Disord.* 2002 Dec;1(6):593-602.
- Kamanyire R, Karalliedde L; Organophosphate toxicity and occupational exposure; *Occup Med (Lond).* 2004 Mar;54(2):69-75.
- Karalliedde L, Baker D, Marrs TC; Organophosphate-induced intermediate syndrome: aetiology and relationships with myopathy; *tóxicol Rev.* 2006;25(1):1-14.
- Lotti M, Moretto A; Organophosphate-induced delayed polyneuropathy; *tóxicol Rev.* 2005;24(1):37-49.
- Singh G, Avasthi G, Khurana D, et al. Neurophysiological monitoring of pharmacological manipulation in acute organophosphate (OP) poisoning: the effects of pralidoxime, magnesium sulphate and pancuronium. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 1998; 107: 140-8.

7.4.2 ¿Qué método de laboratorio se considera el estándar de oro para la confirmación de la intoxicación aguda por inhibidores de colinesterasa y como se interpreta?

Recomendación

La determinación de los niveles de actividad de la enzima acetilcolinesterasa se considera la principal estrategia paraclínica para confirmar el diagnóstico de intoxicación aguda. El método electrométrico de Michel es la técnica de laboratorio más apropiada para la detección de la actividad de la acetilcolinesterasa.

Tabla 12. Valores de referencia para la determinación de la acetilcolinesterasa. Técnica de Michel

DETERMINACIÓN	Genero	RANGO (ΔpH/hora)	PROMEDIO (ΔpH/hora)
Eritrocitos	Hombres	0.58 – 0.95	0.766
	Mujeres	0.56 – 0.94	0.750
Plasma	Hombres	0.52 – 1.39	0.953
	Mujeres	0.38 – 1.25	0.817

Fuente: Michel HO. An electrometric method for the determination of red blood cell and plasma cholinesterase activity. Jour lab clin med 1949; 34: 1564 – 1568

La interpretación se debe hacer correlacionando los valores obtenidos con los datos basales preexposición. En caso de no contar con valores basales se puede realizar la determinación de la actividad y correlacionar con los valores de referencia que ofrece el laboratorio que procesa la muestra. Así mismo, tomar muestras posteriores de control y evaluar su comportamiento (ascenso o descenso) en relación con el tiempo.

El diagnóstico de intoxicación se establece cuando se encuentra una reducción en el porcentaje de actividad de acetilcolinesterasa superior al 25%.

En lugares donde el acceso a las técnicas analíticas de laboratorio es restringido, mientras se implementa la tecnología recomendada, es adecuado utilizar métodos como EQM y Lovibond a manera de pruebas de tamizaje, correlacionado dichos hallazgos con la evaluación médica ocupacional. El acceso a los respectivos equipos para el procesamiento de muestras se hace a través de las Secretarías Locales de Salud o por intermedio del Grupo de Salud Ambiental del INS (<http://www.ins.gov.co>).

Con el fin de orientar el tratamiento del paciente intoxicado y establecer la incapacidad o reubicación del trabajador, se debe tener en cuenta el valor de la actividad de la acetilcolinesterasa verdadera (eritrocitaria), ya que ésta demora más tiempo en regenerarse después de su inhibición.

La acetilcolinesterasa plasmática tiene más pronta recuperación que la eritrocitaria, por lo tanto, el retiro de la exposición para un trabajador se mantendrá hasta tanto la

acetilcolinesterasa eritrocitaria regrese a niveles basales o llegue a niveles próximos a éstos.

La medición de niveles de actividad de colinesterasa tiene poca utilidad para el diagnóstico y seguimiento del síndrome intermedio y la neuropatía retardada inducida por organofosforados.

Nivel de evidencia: 2

Grado de recomendación: A

Resumen crítico de la evidencia:

La determinación de la actividad de la colinesterasa eritrocitaria y la colinesterasa plasmática en sangre total y plasma respectivamente, son métodos rápidos y económicos para establecer la exposición a PIC. Sin embargo, el diagnóstico de intoxicaciones con exposiciones de bajo nivel, con inhibición de la actividad inferior al 20% y con ausencia de signos y síntomas clínicos puede ser difícil. Esto se debe a la marcada variación interindividual de la actividad de la enzima, así como a la variación intraindividual.

La determinación de la actividad de la acetilcolinesterasa puede realizarse por medio de diferentes métodos dentro de los que se incluyen los métodos electrométricos y colorimétricos, utilizados principalmente en actividades de vigilancia e investigación y los métodos titrimétricos y tintométricos.

Las muestras de sangre, se obtienen por punción venosa utilizando heparina como anticoagulante; se recomienda mantenerlas a 4° C hasta el momento del ensayo, y evitar la agitación innecesaria durante el transporte. Existe la posibilidad de diluir la muestra heparinizada con una solución de saponina (1:10 v/v), almacenable a -20° C. Se debe separar el plasma de los glóbulos rojos en 1-2 horas, debe analizarse entre 24-48 horas. Se debe evitar el uso de tubos con fluoruros y oxalatos, pues dan falsos positivos.

El método electrométrico de Michel, el cual se considera como estándar analítico cuantitativo, cuantifica el ácido producido por la hidrólisis del éster de acetilcolina, medido como cambio en pH por unidad horaria.

El grado de inhibición de la colinesterasa plasmática no permite establecer la severidad de la intoxicación, debido a que algunos organofosforados son potentes inhibidores de la colinesterasa plasmática, más no tanto de la colinesterasa eritrocitaria.

La colinesterasa plasmática es producida en el hígado y su concentración en sangre incrementa en un porcentaje de 7% al día una vez se ha eliminado el organofosforado, por lo cual se considera que la medición diaria de acetilcolinesterasa plasmática pueda ser utilizada como monitoreo cuando la actividad de la enzima empiece a incrementar de nuevo.

Al respecto, Carmona (2007) concluye que es necesario realizar estudios específicos para evaluar la utilidad diagnóstica de la prueba de Lovibond, debido a sus limitaciones para la identificación de casos con bajo nivel de actividad de colinesterasa (baja sensibilidad) en relación con los resultados de la prueba de Michel. Es factible que las características de exposición de la población sobre la cual se realizó este estudio, explique las diferencias de estos resultados, frente a los planteados por Varona y colaboradores (1998), en cuyo estudio se encontraron una sensibilidad y especificidad por encima del 90% y se recomendó como estrategia útil para el tamizaje.

La evidencia muestra que diferentes factores del manejo de la muestra se deben tener en cuenta para la interpretación de la actividad de la colinesterasa plasmática, especialmente el control de la temperatura, ya que su actividad incrementa 4% por cada °C de incremento en la temperatura.

En relación con la colinesterasa eritrocitaria, estas técnicas miden el nivel de acetilcolinesterasa expresada en la superficie de los eritrocitos, por lo cual el nivel de inhibición de colinesterasa eritrocitaria se comporta como un buen indicador del nivel de inhibición de la enzima en las terminales sinápticas y, por ende, de la severidad de la intoxicación. La medición de colinesterasa eritrocitaria se realiza en glóbulos rojos, ya que presenta bajos niveles en suero y plasma.

Su regeneración es mucho menor que la colinesterasa plasmática, con aproximadamente un 1% al día. En los casos en que se presenta envejecimiento de la enzima, a causa de su interacción con el organofosforado, únicamente puede lograrse su recuperación por nueva síntesis de la enzima por efecto de la eritropoyesis.

Se debe tener en cuenta que una vez tomada la muestra, las reacciones entre el organofosforado, la acetilcolinesterasa y las oximas, si se han utilizado, continúan si la muestra se deja a temperatura ambiente, y, en consecuencia, el nivel de actividad reportado no corresponderá con el nivel real al momento del muestreo, por lo cual la muestra debe ser diluida y refrigerada inmediatamente para interrumpir las reacciones.

En los pacientes en quienes se ha iniciado el manejo con oximas se puede realizar la incubación de una alícuota de sangre por 15 minutos antes de procesarla, con el fin de reactivar cualquier fracción de acetilcolinesterasa que no se ha envejecido, de modo que esta determinación pueda utilizarse para definir que pacientes pueden verse beneficiados por el tratamiento continuo con oximas.

Tabla 13. Correlación entre niveles de inhibición de ACHE y características clínicas

% de inhibición de ACHE	Nivel de Intoxicación	Síntomas Clínicos	Pronóstico
50 – 60	Medio	Debilidad, cefalea, mareo, náusea, salivación, lagrimeo, miosis,	Convalecencia por 1 a 3 días

% de inhibición de ACHE	Nivel de Intoxicación	Síntomas Clínicos	Pronóstico
		broncoespasmo moderado	
60 – 90	Moderado	Debilidad abrupta, alteraciones visuales, salivación, vómito, diarrea, hipertonía, temblores, miosis, dolor torácico, cianosis	Convalecencia por 1 a 2 semanas
90 – 100	Severo	Temblor súbito, convulsiones, alteraciones psíquicas, edema pulmonar, coma.	Muerte por falla respiratoria

Fuente: Maroni M. et al. Toxicology 143 (2000) 9–37.

Referencias Bibliográficas

- Worek, F. Koller, M. Thiermann, H. Szinicz, L. Diagnostic aspects of organophosphate poisoning toxicology 214 (2005) 182–189
- Apra C, Colosio C, Mammone T, Minoia C, Maroni M; Biological monitoring of pesticide exposure: a review of analytical methods; J Chromatogr B Analyt Technol Biomed Life Sci. 2002, Apr 5; 769(2): 191-219.
- Aygun D, Doganay Z, Altintop L, Guven H, Onar M, Deniz T, Sunter T.; Serum acetylcholinesterase and prognosis of acute organophosphate poisoning; J tóxicol Clin tóxicol. 2002;40(7):903-10
- Carmona-Fonseca J. Colinesterasas en sangre total medidas con técnica semicuantitativa y en eritrocitos o plasma medidas con técnicas cuantitativas: relaciones. Biomédica 2007;27: 244-56
- Varona M, Morales L, Ortiz J, Sánchez José F, Cárdenas O, De la Hoz F. Panorama epidemiológico de exposición a plaguicidas inhibidores de colinesterasa en 17 departamentos del país. Biomédica. 1998;18:22- 9.

7.5 Tratamiento

7.5.1 ¿Cómo se realiza el tratamiento de un trabajador intoxicado por PIC? ¿Qué diferencias hay con el tratamiento del síndrome intermedio y la neuropatía retardada?

Recomendación

Para el manejo básico de **primeros auxilios**, que debe ser realizado en el lugar de trabajo, se recomienda:

- Retirar inmediatamente al afectado del área de exposición.

- Buscar ayuda médica informando en lo posible, el tipo de producto que originó la intoxicación. Esta información está disponible en la etiqueta o en la ficha de seguridad del producto.
- Retirar la ropa contaminada, guardarla en una bolsa.
- Quien proporciona los primeros auxilios se debe proteger con guantes.
- Lavar la zona de piel contaminada con abundante agua y jabón.
- En caso de contaminación ocular, realizar lavado con agua durante al menos 10 minutos, manteniendo el parpado abierto.
- Cubrir al afectado con una manta y evitar reutilizar la ropa retirada.
- Si la respiración disminuye, retirar cualquier objeto que esté causando obstrucción (prótesis dental – pañuelo, etc).
- En caso de desmayo o pérdida de conocimiento, ubicar al trabajador acostado con la cabeza hacia la izquierda.
- Trasladar al trabajador a un centro asistencial.
- En lo posible llevar el envase o la etiqueta y para conocimiento del médico.
- Solicitar información complementaria para el manejo de la situación por vía telefónica a la línea nacional de información toxicológica – Cisproquim - Teléfono 01800916012 para todo el país y en Bogotá al 2886012.

El tratamiento específico de un trabajador **intoxicado agudamente con PIC** debe ser realizado en una institución de salud y para el mismo se debe tener en cuenta diferentes aspectos de forma paralela:

- **Manejo de la vía aérea:** Se requiere garantizar permeabilidad de la vía aérea por medio de la aspiración de secreciones o en casos severos por medio de intubación orotraqueal. Se debe aportar oxigenoterapia y en casos de depresión respiratoria utilizar ventilación mecánica asistida.
- **Descontaminación:** Proceder a retirar la ropa y calzado contaminados y realizar descontaminación dérmica por medio de lavado con abundante agua durante 10 a 15 minutos. En los casos en que se presente exposición por vía oral se debe realizar lavado gástrico con 3000 cc de solución salina normal 0.9% si la exposición es menor a una hora. En exposiciones superiores a una hora o en pacientes poco colaboradores e intubados se puede administrar carbón activado a dosis de 1 gr por kilo por sonda nasogástrica.
- **Antidototerapia:** Iniciar manejo con atropina endovenosa (previa oxigenación, para reducir el riesgo de fibrilación ventricular) a dosis de 1 a 3 mg, y evaluar por medio de auscultación la reducción en la movilización de secreciones pulmonares y verificar que la presión sistólica sea superior a 80 mm Hg y la frecuencia cardíaca sea superior a 80 latidos por minuto (atropinización). Si después de tres minutos de administrada la atropina persisten los síntomas, administrar el doble de la dosis utilizada inicialmente y reevaluar el paciente. En caso de no obtener respuesta tras otros tres minutos la dosis debe incrementarse al doble de manera secuencial hasta lograr la atropinización. La taquicardia no se considera una contraindicación para

el uso de la atropina. Una vez estabilizado el paciente se recomienda administrar cada hora una infusión de atropina con el 10 a 20% de la dosis requerida para atropinizar el paciente, verificando frecuentemente el estado del paciente; si se puede contar con vigilancia constante del paciente, también se recomienda la administración de atropina a dosis-respuesta.

- **Control de convulsiones y/o agitación:** En caso de necesidad, administrar benzodiazepinas endovenosas, diazepam 5 a 10 mg o midazolam 5 a 10 mg.
- **Uso de oximas:** Si se dispone de pralidoxima, debe utilizarse rápidamente si el caso corresponde a una intoxicación moderada a severa por organofosforados.
- Una vez hecha la atención inicial y estabilizado el paciente, se debe realizar la respectiva notificación del caso, utilizando el formato de notificación de intoxicaciones que se adjunta en el apéndice 5.

El **síndrome intermedio** requiere un tratamiento de soporte con ventilación mecánica asistida con monitoreo de función respiratoria y estado ácido básico. En este caso no se obtiene ningún beneficio con la administración de atropina ni oximas.

La **neuropatía retardada** inducida por organofosforados tampoco requiere manejo con atropina ni oximas. El manejo es de soporte, con analgésicos y con fisioterapia.

En caso de que se presente una intoxicación con inhibidores de colinesterasa, conjuntamente con otros productos, se recomienda tener en cuenta las anteriores indicaciones y complementar el manejo específico para los otros productos, consultando las *Guías para Manejo de Intoxicaciones* recientemente publicadas por el Ministerio de la Protección Social.

Nivel de evidencia:

Para tratamiento de intoxicación aguda: 1 +

Para tratamiento de Síndrome intermedio y neuropatía por organofosforados: 3

Grado de recomendación: A para tratamiento de intoxicación aguda y C para tratamiento de Síndrome intermedio y neuropatía por organofosforados

Resumen crítico de la evidencia:

Primeros Auxilios para intoxicación con inhibidores de acetilcolinesterasa

La mayoría de exposiciones accidentales relacionadas con el trabajo se presentan en áreas donde no es fácil contar con atención médica calificada de forma oportuna. Esto hace necesario que quienes se encargan de la manipulación de plaguicidas, conozcan que medidas deben tener en cuenta en caso de presentarse una intoxicación accidental. Estudios realizados por Eddleston y colaboradores en países con incidencia elevada de casos de intoxicación por inhibidores de acetilcolinesterasa (voluntaria y accidental) han demostrado

una reducción significativa en la morbimortalidad de los pacientes intoxicados que han recibido un manejo inicial de primeros auxilios. En esencia este tipo de medidas está encaminado a preservar la vida, prevenir el empeoramiento del estado de salud y promover la recuperación.

Tratamiento de la Intoxicación aguda por inhibidores de colinesterasa. La revisión de la literatura médica permite identificar diferentes protocolos de manejo para esta intoxicación. Revisiones sistemáticas recientes (Eddleston, 2007; Roberts, 2007) permiten sintetizar la mejor evidencia disponible.

El manejo inicial se orienta hacia la estabilización del paciente, teniendo en cuenta el estado de la vía aérea, la respiración y la circulación (ABC). Los siguientes pasos en el manejo dependen de la evaluación del riesgo de la situación y de los hallazgos durante la observación clínica (Roberts 2007), teniendo en cuenta aspectos como dosis de exposición (más relevante para casos de ingestión), tiempo de exposición, hallazgos clínicos, factores de riesgo del paciente y disponibilidad de insumos médicos. Si se considera que el paciente requiere antidototerapia, esta se debe iniciar rápidamente; así mismo, en casos de exposición dérmica, las prendas contaminadas deben ser retiradas prontamente para efectuar lavado dérmico. En casos de ingestión, la descontaminación gástrica debe considerarse solamente cuando el paciente ya ha sido reanimado y estabilizado (Eddleston, 2007), y no ha transcurrido un lapso mayor a una hora desde la ingestión hasta la descontaminación.

La antidototerapia se soporta esencialmente en atropina y oximas. Existen controversias en relación a la dosificación de la atropina para el manejo inicial (atropinización), sin embargo los objetivos del tratamiento con atropina están bien definidos e incluyen: campos pulmonares despejados a la auscultación, frecuencia cardíaca superior a 80 latidos por minuto, presión arterial superior a 80 mmHg. Los esquemas revisados recomiendan iniciar con 1 a 3 mg de atropina en bolo y tras 5 minutos evaluar la frecuencia cardíaca, la presión arterial, el tamaño pupilar, la auscultación pulmonar y la sequedad de mucosas, con el fin de verificar la atropinización; en caso de persistencia de los síntomas de intoxicación se repite la infusión de atropina con el doble de la dosis utilizada.

La revisión debe continuar cada 5 minutos, y si no se logran respuestas se debe seguir administrando el doble de la dosis. Una vez se logre recuperación de los parámetros de evaluación, se continua la vigilancia del paciente, administrando según necesidad, la dosis alcanzada o incluso dosis menores de atropina (Eddleston, 2007). Otra forma de continuar la administración de atropina es el uso de infusión continua, utilizando por hora el 10 a 20% de la atropina necesaria para alcanzar la atropinización y vigilando constantemente al paciente para evitar la toxicidad por atropina (Roberts 2007). Sobre el uso de oximas se trata en la próxima recomendación.

El glicopirrolato se ha propuesto como alternativa al manejo con atropina, ya que ocasiona menos efectos adversos por ser más selectivo para sinapsis colinérgicas periféricas, lo que causa menos taquicardia y confusión que los que produce la atropina; sin embargo, no es ampliamente utilizado debido a que puede ser menos efectivo que la atropina en el control de las alteraciones a nivel de sistema nervioso central (Eddleston 2007).

Aunque no existen estudios que comparen su efectividad frente a otros fármacos, las benzodiacepinas, especialmente el diazepam, son la mejor opción para el control de la agitación y las convulsiones desencadenadas por la intoxicación con organofosforados. La estimulación excesiva por parte de la acetilcolina a nivel cerebral, parece ser la responsable del desencadenamiento de los episodios convulsivos.

Las maniobras de descontaminación dérmica son un procedimiento de reconocida utilidad, más aun cuando se sabe que los PIC tienen una importante absorción dérmica; sin embargo, su realización no debe interferir con las maniobras de reanimación y estabilización del paciente, por lo cual, una vez se ha estabilizado el paciente, e iniciado el manejo con oxígeno y atropina, se retiran las prendas y se realiza el lavado corporal; la ejecución de estas maniobras por parte del personal de salud debe hacerse utilizando elementos de protección personal. Las prendas retiradas al paciente deben desecharse, especialmente si son de cuero.

Aunque en el contexto ocupacional es poco frecuente la exposición oral a dosis elevadas de PIC, es de utilidad aplicar maniobras de descontaminación gástrica en caso de eventuales exposiciones accidentales o intentos de suicidio en el trabajo. Los estudios realizados por Li, Yu, Wang (2006) y Eddleston (2007) coinciden en recomendar la realización de lavado gástrico a los pacientes que asisten dentro de la primera a segunda hora después de la ingestión del plaguicida; posterior al lavado recomiendan el uso de una dosis única de carbón activado. El uso de catárticos y jarabe de ipecacuana no aportan ningún beneficio para el tratamiento y sí incrementan el riesgo de originar alteraciones hidroelectrolíticas, por lo cual no se recomienda su uso.

Se han realizado diferentes estudios enfocados en la búsqueda de nuevas opciones terapéuticas para las intoxicaciones con inhibidores de colinesterasa, dentro de las cuales se encuentran las investigaciones que han mostrado reducción en la mortalidad en animales intoxicados por organofosforados tras la administración de bicarbonato de sodio, cuyos hallazgos han sido verificados en humanos por una serie de estudios no controlados que sugirieron un beneficio a partir de la alcalinización de plasma con NaHCO_3 . Sin embargo, no existen pruebas suficientes para apoyar su uso sistemático (Roberts, Buckley, 2005).

Otras estrategias como el uso de agonistas alfa 2 adrenérgicos (clonidina), para contribuir a la inhibición de la liberación de acetilcolina en las neuronas colinérgicas, la administración de plasma fresco para reemplazar la colinesterasa plasmática y el uso de sulfato de magnesio para inhibir la liberación de acetilcolina en el sistema nervioso central y en las sinapsis periféricas simpáticas y parasimpáticas, no cuentan con suficiente evidencia que justifique su uso como opciones en el tratamiento de la intoxicación con inhibidores de colinesterasa (Pajoumand 2004; Eddleston 2007).

Tratamiento del síndrome intermedio. El tratamiento del síndrome intermedio es principalmente de soporte, con protección de la vía respiratoria y soporte ventilatorio. Aunque no hay evidencias que soporten que el uso de atropina y pralidoxima sea efectivo en el tratamiento del síndrome, estos medicamentos son necesarios para controlar los síntomas colinérgicos persistentes derivados de la estimulación nicotínica de los nervios

motores proximales. La debilidad y la parálisis comúnmente resuelven en un periodo de 5 a 18 días (Karalliedde 2006).

Tratamiento de la neuropatía retardada inducida por organofosforados. No se dispone de suficiente evidencia para recomendar un tratamiento específico para la neuropatía retardada. Algunos autores han sugerido el uso de tiamina; sin embargo, ningún estudio ha mostrado efectividad para esta intervención. También se ha sugerido el uso de amitriptilina, carbamazepina y capsaicina para el manejo de la hiperestesia, aunque no existe ningún estudio clínico que soporte esta afirmación. Solamente algunos reportes de caso han identificado beneficios tras la realización temprana de terapia física durante dos a seis semanas.

Referencias Bibliográficas

- Roberts DM, Aaron CK.; Management of acute organophosphorus pesticide poisoning. *BMJ*. 2007 Mar 24;334(7594):629-34.
- Eddleston M., Dawson A., Karalliedde L., Dissanayake W., Hittarage A; Early management after self-poisoning with an organophosphorus or carbamate pesticide - a treatment protocol for junior doctors.; *Crit Care*. 2004, Dec; 8(6):R391-7.
- Eddleston, M. Buckley, N, Eyer, P, Dawson,A. Management of acute organophosphorus pesticide poisoning. www.thelancet.com Published online August 15, 2007 DOI:10.1016/S0140-6736(07)61202-1.
- Eddleston M Buckley NA Checketts H Senarathna L Mohamed F Sheriff MH; Speed of initial atropinisation in significant organophosphorus pesticide poisoning--a systematic comparison of recommended regimens; *J tóxicol Clin tóxicol*. 2004; 42(6):865-75.
- Karalliedde L, Baker D, Marrs TC; Organophosphate-induced intermediate syndrome: aetiology and relationships with myopathy; *tóxicol Rev*. 2006;25(1):1-14.
- Roberts D, Buckley NA; Alkalinisation for organophosphorus pesticide poisoning; *Cochrane Database Syst Rev*. 2005 Jan 25;(1):CD004897.
- Li Y, Yu X, Wang Z, Wang H, Zhao X, Cao Y, Wang W, Eddleston M. Gastric lavage in acute organophosphorus pesticide poisoning (GLAOP)--a randomised controlled trial of multiple vs. single gastric lavage in unselected acute organophosphorus pesticide poisoning; *BMC Emerg Med*. 2006; 6:10.
- Pajoumand A, Shadnia S, Rezaie A, Abdi M, Abdollahi M; Benefits of magnesium sulfate in the management of acute human poisoning by organophosphorus insecticides; *Hum Exp tóxicol*. 2004 Dec;23(12):565-9.

7.5.2 ¿En qué casos se recomienda el uso de oximas para la intoxicación aguda con organofosforados?, ¿cómo se hace? y ¿en qué momento se suspende?

Recomendación:

El uso de oximas se encuentra recomendado en casos de intoxicación moderada a severa con organofosforados. Su beneficio para estos casos es mejor si el tratamiento se

instaura poco tiempo después de la exposición (menos de 24 horas) y si se utilizan en dosis elevadas. Su uso no está indicado para intoxicación por carbamatos.

El esquema recomendado para la administración de la pralidoxima es 2 gramos endovenosos en dosis inicial de carga, continuando con 1 gramo cada hora durante 48 horas y suspendiéndola 12 a 24 horas después del retiro de la atropina.

La disponibilidad de oximas en los centros asistenciales y el costo de la aplicación de este esquema de tratamiento puede ser una limitante para su aplicación a gran escala en Colombia.

Nivel de evidencia: 1 +

Grado de recomendación: A

Resumen crítico de la evidencia:

El uso de oximas como antídoto complementario para el manejo de intoxicación aguda con plaguicidas organofosforados, convencionalmente ha hecho parte de los protocolos para manejo de este tipo de intoxicación, debido a su papel en la reactivación de la acetilcolinesterasa inhibida por el organofosforado, aunque la variabilidad en las respuestas obtenidas tras su uso, y la ausencia de un esquema definido de dosificación han suscitado controversias en relación con su efectividad.

Existen diferentes tipos de oximas (pralidoxima, obidoxima, tribedoxima). La más utilizada es la pralidoxima, la cual se encuentra disponible en cuatro diferentes tipos de sal: cloruro, yoduro, metilsulfato y mestilato; el cloruro y el yoduro son sus formas más utilizadas. Al evaluar la evidencia clínica disponible relacionada con el uso de oximas, se encuentran diferentes posiciones:

Estudios clínicos llevados a cabo en Asia, región de elevada incidencia de intoxicación con organofosforados por ingestión suicida, han mostrado que el uso de infusiones de pralidoxima en bajas dosis puede ser perjudicial (Jhonson, 1996; Cherian, 1997). Al analizar críticamente esta información, es factible que dicha situación se deba a que el régimen de la dosificación utilizado no permita alcanzar concentraciones terapéuticas o el tiempo de administración fuera insuficiente.

Un metaanálisis (Rahimi, 2006) que incluyó cinco estudios clínicos relevantes (De Silva et al., 1992; Abdollahi et al., 1995; Cherian et al., 1997; Balali-mood et al., 1998; Sungur et al., 2001, Chugh et al., 2005), identificó un incremento en la incidencia de muerte, necesidad de uso de ventilación mecánica e incidencia de síndrome intermedio en pacientes intoxicados por organofosforados, quienes habían recibido oximas y atropina, comparativamente con los que solamente recibieron atropina, con lo cual concluyeron que las oximas son una estrategia inefectiva para el manejo de este tipo de intoxicación, e inclusive su uso puede ser peligroso, complicando la situación clínica del paciente. La

revisión crítica de esta literatura permitió identificar que factores como el número de pacientes incluidos en cada uno de los estudios, el momento del inicio de la terapia y el tipo de organofosforado involucrado, se comportaban como determinantes relacionados con los resultados obtenidos en estos estudios; esto puede considerarse como errores en el control de sesgos y hacer que los resultados obtenidos no sean generalizables.

Estudios observacionales con pralidoxima y obidoxima (Edlleston,2005; Eyer, 2003) sugieren que la capacidad de revertir la inhibición de la colinesterasa va a depender del tipo de plaguicida involucrado en la intoxicación, ya que la acetilcolinesterasa inhibida por los OF dietil como el paration y el clorpirifos, parece ser efectivamente reactivada por las oximas, a diferencia de la inhibida por los OF dimetil, como el monocrotofos y el dimetoato, los cuales presentan una respuesta pobre a las oximas o los OF S-alkil, como el profenofos, los cuales no muestran ningún tipo de reactivación de la enzima con el uso de la oxima.

Si el tratamiento con oximas se inicia tardíamente, el grupo fosfato unido a la acetilcolinesterasa pierde su grupo alquil y se hace resistente al manejo con pralidoxima. La pérdida de este grupo ocurre más rápidamente en los OF dimetil, por lo cual el tratamiento con oximas para este tipo de OF debe iniciarse rápidamente y con dosis elevadas. El inicio tardío de la terapia con pralidoxima para este tipo de OF puede originar resultados deficientes que pueden sesgar un estudio.

A pesar de lo anterior, el estudio realizado por Pawar (2006) no identificó diferencias en el beneficio del tratamiento con dosis elevadas para intoxicaciones moderadas con OF dimetil y dietil. Ese mismo estudio permitió identificar que el uso de pralidoxima en dosis elevadas y en forma continua (2 gramos dosis de carga, 1 gramo cada hora durante 48 horas), en relación a su uso en bolos, reduce la morbilidad y disminuye la necesidad de manejo con atropina y ventilación mecánica.

Otra de las situaciones que pueden hacer que el efecto clínico de las oximas pueda ser limitado es la persistencia de concentraciones elevadas de organofosforados en sangre, especialmente después de ingestiones masivas, lo cual favorece la reinhibición de la acetilcolinesterasa reactivada por las oximas (Goael 2007).

A manera de resumen de la literatura revisada, se identifica que el uso de oximas puede ser de utilidad en intoxicaciones con determinados organofosforados y su efectividad es mejor si se administra en el momento cercano a la intoxicación y con las dosis indicadas. Utilizarlas a dosis inapropiadas y en fases de la intoxicación en las cuales ya han perdido su efectividad, puede no representar ninguna utilidad para el paciente intoxicado.

La administración de la dosis de carga de la pralidoxima debe realizarse lentamente para evitar originar taquicardia, hipertensión y vómito e incrementar el riesgo de broncoaspiración. Debido a la corta vida media de la pralidoxima, debe ser administrada continuamente. Esquemas alternos de tratamiento con dosis de carga de 2 gramos (30-50 mg/kg) y dosis de mantenimiento horario de 500mg (10mg/kg) han mostrado ser efectivos (Roberts 2007).

Referencias Bibliográficas

- Buckley NA, Eddleston M, Szinicz L; Oximes for acute organophosphate pesticide poisoning; Cochrane Database Syst Rev. 2005 Jan 25;(1):CD005085.
- Eddleston M, Szinicz L, Eyer P, Buckley N.; Oximes in acute organophosphorus pesticide poisoning: a systematic review of clinical trials; QJM. 2002 May;95(5):275-83.
- Goel A Aggarwal P Bhoi S Gupta V; High-dose pralidoxime for organophosphorus poisoning; Lancet 2007.
- Pawar KS, Bhoite RR, Pillay CP, Chavan SC, Malshikare DS, Garad SG; Continuous pralidoxime infusion versus repeated bolus injection to treat organophosphorus pesticide poisoning: a randomised controlled trial: Lancet. 2006 Dec 16;368(9553):2136-41.
- Peter JV, Moran JL, Graham P; Oxime therapy and outcomes in human organophosphate poisoning: an evaluation using meta-analytic techniques; Crit Care Med. 2006 Feb;34(2):502-10.
- Rahimi R, Nikfar S, Abdollahi M.; Increased morbidity and mortality in acute human organophosphate-poisoned patients treated by oximes: a meta-analysis of clinical trials; Hum Exp toxicol. 2006 Mar;25(3):157-62.
- Roberts DM, Aaron CK.; Management of acute organophosphorus pesticide poisoning; BMJ. 2007 Mar 24;334(7594):629-34.

7.6 Rehabilitación

7.6.1 ¿En qué consiste y cuáles deben ser los componentes de un programa de rehabilitación para los casos de polineuropatía periférica en los trabajadores expuestos a PIC?

Recomendación:

La rehabilitación del trabajador afectado por polineuropatía periférica debe apuntar a la rehabilitación integral, con acciones simultáneas en:

- Promoción de la salud y la prevención de la discapacidad;
- Desarrollo, recuperación y mantenimiento funcional;
- Integración socioocupacional.

Los casos se deben identificar y evaluar (diagnóstico, pronóstico funcional ocupacional y formulación del plan de rehabilitación) lo más precozmente posible como base para definir el proceso de rehabilitación integral.

La rehabilitación incluye entre otras las siguientes actividades:

- Prórroga de incapacidades temporales;

- Rehabilitación funcional;
- Rehabilitación profesional, con los componentes de readaptación del individuo al trabajo, modificaciones al ambiente del trabajo, adaptación al ambiente extralaboral y reincorporación laboral

Nivel de evidencia: 4

Grado de recomendación: C

Resumen crítico de la evidencia:

La evolución de los casos de intoxicación aguda varía de acuerdo con la severidad de la intoxicación. Con el manejo apropiado, los casos leves presentan una rápida recuperación; sin embargo los casos severos pueden presentar complicaciones como bronco aspiración o paro cardiorrespiratorio cuyos efectos pueden originar secuelas neurológicas que requirieran intervención temprana por rehabilitación.

En el caso del síndrome intermedio y de acuerdo con la severidad de los síntomas y a la continuidad de los mismos se definirá la necesidad de traqueotomía temprana. De acuerdo con la situación del paciente se evaluará la utilidad de iniciar fisioterapia enfocada en el mantenimiento del tono y flexibilidad muscular, con el fin de evitar retracciones mientras se recupera el tono normal. Periodos prolongados de intubación **oro-traqueal** pueden originar problemas a nivel vocal que posteriormente requieran apoyo para su recuperación.

La rehabilitación en neuropatía retardada se centra en el manejo fisioterapéutico de las limitaciones motoras secundarias al compromiso neurológico. De acuerdo con la severidad del cuadro puede requerirse manejo prolongado y apoyo psicológico para afrontamiento de las secuelas derivadas del cuadro. La presencia de ataxia espástica es un indicador de secuela permanente derivada de la neuropatía por organofosforados. El grado de compromiso piramidal va a determinar el grado de recuperación funcional (Lotti, Morreto, 2005).

Una vez el trabajador se ha recuperado de su cuadro de intoxicación aguda, debe considerarse la posibilidad de reentrenamiento.

A pesar de lo mencionado anteriormente, en la búsqueda bibliográfica realizada no se encontró evidencia con respecto a la rehabilitación de la polineuropatía periférica asociada a la intoxicación por PIC, por lo que en este caso se propondrán los lineamientos generales que ha adoptado el país en materia de rehabilitación y que se han desarrollado en el Manual Guía sobre Procedimientos para la Rehabilitación y Reincorporación Ocupacional de los Trabajadores en Sistema General de Riesgos Profesionales (Ministerio de la Protección Social, 2004).

El Manual propende por la rehabilitación integral, en la cual comprende acciones simultáneas en tres frentes:

- Promoción de la salud y prevención de la discapacidad. La primera, como estrategia para mantener y mejorar la salud mediante intervenciones de comunicación-información, educación-formación y desarrollo de habilidades facilitadoras de cambios de conducta en el individuo y en la colectividad. La prevención primaria (para evitar la discapacidad) y secundaria (orientada a reducir el impacto de la discapacidad sobre funcionamiento individual y colectivo).
- Desarrollo, recuperación y mantenimiento funcional, con la promoción de la aplicación de terapias y de tecnología para el desarrollo o mejoramiento de las funciones físicas, mentales o sensoriales y el apoyo a la integración del afectado en los ámbitos social, familiar y ocupacional.
- Integración socioocupacional: ubicación/reubicación laboral, orientación ocupacional, desarrollo de competencias para cumplir los roles sociales y familiares por parte del trabajador.

El programa de rehabilitación integral contempla las siguientes etapas y actividades:

1. Identificación de los casos: captura de todos aquellos casos que presenten alteraciones en su capacidad laboral temporal o permanentemente a consecuencia de un accidente de trabajo o una enfermedad profesional.
2. Evaluación de los casos:
 - El diagnóstico clínico, funcional y de requerimientos de desempeño laboral y social;
 - El pronóstico funcional ocupacional, y
 - El establecimiento del plan de rehabilitación, en el que se considera el reintegro laboral, el reintegro laboral con modificaciones, la reubicación laboral temporal, la reubicación laboral definitiva, la reconversión de la mano de obra, la orientación al desarrollo de una actividad laboral diferente al empleo, orientación al desarrollo de una actividad no laboral.
3. El manejo de la rehabilitación integral, con actividades, entre otras, como las siguientes:
 - Prórroga de las incapacidades temporales cuando sea necesario para permitir la realización de tratamientos o la recuperación de la estructura o función alteradas por la patología del trabajador;
 - Rehabilitación funcional, con el fin de recuperar al máximo la función o la compensación de las habilidades perdidas, y
 - Rehabilitación profesional, bien sea mediante una o la combinación de varias opciones como la readaptación del trabajador al trabajo, las modificaciones al ambiente de trabajo, la adaptación al ambiente extralaboral y la reincorporación laboral (reinducción, prueba de trabajo, reintegro laboral).

Los especialistas de rehabilitación, en conjunto con los especialistas clínicos (neurólogos), definirán los contenidos específicos del programa de rehabilitación integral en cada caso específico, con la participación, en lo que corresponda, de la empresa, la familia y la sociedad.

Referencias Bibliográfica

Colombia, Ministerio de la Protección Social. Manual Guía sobre Procedimientos para la Rehabilitación y Reincorporación Ocupacional de los Trabajadores en Sistema General de Riesgos Profesionales. Bogotá: La Entidad, 2004.

Lotti M, Moretto A; Organophosphate-induced delayed polyneuropathy; tóxicol Rev. 2005;24(1):37-49.

BIBLIOGRAFÍA

1. ACGIH Air Sampling Instruments for Evaluation of Atmospheric Contaminants. 8th Ed. Cin. Ohio. 1995. Part I The Measurement Process Part II Instrumentation.
2. AIHA. A Strategy for Assessing and Managing Occupational Exposures. Exposure Assessment Strategies Committee 2th Ed. AIHA Press 1998.
3. AIHA 2006: Bullock W., Ignacio J., A strategy for assessing and managing occupational exposures. AIHA Third Edition. USA. 2006.
4. American Industrial Hygiene Association. A Strategy for Assessing and Managing Occupational Exposures. Third Edition. Fairfax. VA 22031. USA.
5. Anwar WA ; Biomarkers of Human Exposure to Pesticides ; Environmental Health Perspectives, Vol. 105, Supplement 4, pages 801-806, 79 references, 1997
6. Aragón A, Blanco L.E., Funez A., Ruepert C., Lidén C, Nise G., Wesseling C. Assessment of Dermal Pesticide Exposure with Fluorescent Tracer: A Modification of a Visual Scoring System for Developing Countries Ann. Occup. Hyg., Vol. 50, No. 1, pp. 75-83, 2006
7. Aprea C Colosio C Mammone T Minoia C Maroni M; Biological monitoring of pesticide exposure: a review of analytical methods; J Chromatogr B Analyt Technol Biomed Life Sci. 2002, Apr 5; 769(2): 191-219.
8. Aygun D, Doganay Z, Altintop L, Guven H, Onar M, Deniz T, Sunter T.; Serum acetylcholinesterase and prognosis of acute organophosphate poisoning; J tóxicol Clin tóxicol. 2002;40(7):903-10
9. Aygun D, Erenler AK, Karatas AD, Baydin A; Intermediate syndrome following acute organophosphate poisoning: correlation with initial serum levels of muscle enzymes; Basic Clin Pharmacol tóxicol. 2007 Mar;100(3):201-4
10. Azaroff LS; Biomarkers of exposure to organophosphorous insecticides among farmers' families in rural El Salvador: factors associated with exposure.; Environ Res. 1999, Feb; 80(2 Pt 1):138-47
11. Bajgar J; Organophosphates/nerve agent poisoning: mechanism of action, diagnosis,prophylaxis, and treatment.; Adv Clin Chem. 2004; 38:151-216
12. Beverly S. Cohen and Susanne V. Hering (Editors). Air Sampling Instruments. Chapter 2: Occupational Air Sampling Strategies by Rock James C., 8th Edition, ACGIH, USA. 1995.
13. Blanco, L. Aragón, A. Lundgber, I. Lide, C. Wesseling, C. Nise, G. Determinants of Dermal Exposure among Nicaraguan Subsistence Farmers during Pesticide Applications with Backpack Sprayers. Ann. occup. Hyg., Vol. 49, No. 1, pp. 17-24, 2005
14. Blessing, A Whitford,F. Fuhremann,T. K.S. Rao, Arce,G Klaunig,J. Pesticide toxicology.Evaluating Safety and Risk. Purdue Pesticide Programs. Purdue University Cooperative Extension Service. 2001
15. Bouchard M Carrier G Brunet RC Dumas P Noisel N; Biological monitoring of exposure to organophosphorus insecticides in a group of horticultural greenhouse workers; Ann Occup Hyg. 2006, Jul; 50(5):505-15

16. Brown MA, Brix KA.; Review of health consequences from high-, intermediate- and low-level exposure to organophosphorus nerve agents; *J Appl toxicol.* 1998 Nov-Dec;18(6):393-408
17. Buckley NA, Eddleston M, Szinicz L; Oximes for acute organophosphate pesticide poisoning; *Cochrane Database Syst Rev.* 2005 Jan 25;(1):CD005085
18. Bullock W., Ignacio J., A strategy for assessing and managing occupational exposures. *AIHA Third Edition.* USA. 2006.
19. Cardenas, O. Silva, E. Morales, L. Ortiz, J. Estudio epidemiológico de exposición a plaguicidas organofosforados y carbamatos en siete departamentos colombianos, 1998 – 2001. *Biomedica* 2005; 25:170 - 80
20. Carmona-Fonseca J. Colinesterasas en sangre total medidas con técnica semicuantitativa y en eritrocitos o plasma medidas con técnicas cuantitativas: relaciones. *Biomédica* 2007;27: 244-56
21. Cortés D. JM. Seguridad e Higiene del Trabajo. Técnicas de Prevención de Riesgos Laborales 3ª Dep. 371/535 Madrid España 2001. Pependorf William. *Industrial Hygiene Control of Airborne Chemical Hazards.* Taylor & Francis. Boca Raton, FL 33487-2742 USA. 2006.
22. Cocker J. Mason HJ Garfitt SJ Jones; Biological monitoring of exposure to organophosphate pesticides; *tóxicol Lett.* 2002, Aug 5; 134(1-3):97-103
23. Costa LG, Cole TB, Vitalone A, Furlong CE; Measurement of paraoxonase (PON1) status as a potential biomarker of susceptibility to organophosphate toxicity; *Clin Chim Acta.* 2005 Feb;352(1-2):37-47
24. Cherian MA. Roshini C. Visalakshi J. Jeyaseelan L; Biochemical and clinical profile after organophosphorus poisoning-a placebo-controlled trial using pralidoxime; *J Assoc Physicians India.* 2005, May; 53:427-31
25. Das DK Dey TK; Agricultural practices and personal hygiene among agricultural workers in a rural area of Howrah district, West Bengal; *Indian J Public Health.* 2005 Oct-Dec; 49(4):252-3
26. De Silva HJ, Samarawickrema NA, Wickremasinghe AR; Toxicity due to organophosphorus compounds: what about chronic exposure?; *Trans R Soc Trop Med Hyg.* 2006 Sep;100(9):803-6. Epub 2006 Jun 27
27. Dirección General de Empleo, Asuntos Sociales e Igualdad de Oportunidades- Comisión Europea. Directrices prácticas de carácter no obligatorio sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos en el trabajo, (Artículos 3, 4, 5 y 6, y punto 1 del anexo II de la Directiva 98/24/CE), Luxemburgo, 2005
28. Dyer SM, Cattani M, Pisaniello DL, Williams FM, Edwards JW.; Peripheral cholinesterase inhibition by occupational chlorpyrifos exposure in Australian termiticide applicators; *toxicology.* 2001 Dec 28;169(3):177-85
29. Eddleston M Dawson A Karalliedde L Dissanayake W Hittarage A; Early management after self-poisoning with an organophosphorus or carbamate pesticide - a treatment protocol for junior doctors; *Crit Care.* 2004, Dec; 8(6):R391-7.
30. Eddleston M Buckley NA Checketts H Senarathna L Mohamed F Sheriff MH; Speed of initial atropinisation in significant organophosphorus pesticide poisoning-- a systematic comparison of recommended regimens; *J tóxicol Clin tóxicol.* 2004; 42(6):865-75

31. Eddleston M, Eyer P, Worek F, Mohamed F, Senarathna L, von Meyer L, Juszcak E, Hittarage A, Azhar S, Dissanayake W, Sheriff MH, Szinicz L, Dawson AH, Buckley; Differences between organophosphorus insecticides in human self-poisoning: a prospective cohort study; *Lancet*. 2005 Oct 22-28;366(9495):1452-9
32. Eddleston, M. Buckley, N, Eyer, P, Dawson, A. Management of acute organophosphorus pesticide poisoning. www.thelancet.com Published online August 15, 2007 DOI:10.1016/S0140-6736(07)61202-1
33. Eddleston M, Singh S, Buckley N.; Acute organophosphorus poisoning; *Clin Evid*. 2003 Jun;(9):1542-53
34. Eddleston M, Szinicz L, Eyer P, Buckley N.; Oximes in acute organophosphorus pesticide poisoning: a systematic review of clinical trials; *QJM*. 2002 May;95(5):275-83
35. Eyer P, Szinicz L, Thiermann H, Worek F, Zilker T.; Testing of antidotes for organophosphorus compounds: experimental procedures and clinical reality.; *toxicology*. 2007 Apr 20;233(1-3):108-19. Epub 2006 Sep 1
36. Fait, A. Iversen, B. Tiramani, M. Visentin, S. Maroni, M. Prevención de riesgos para la salud derivados del uso de plaguicidas en la agricultura. International Centre for Pesticide Safety. Organización Mundial de la Salud. 2004
37. Fiedler N, Kipen H, Kelly-McNeil K, Fenske R; Long-term use of organophosphates and neuropsychological performance.; *Am J Ind Med*. 1997 Nov;32(5):487-96.
38. Garcia SJ, Abu-Qare AW, Meeker-O'Connell WA, Borton AJ, Abou-Donia MB; Methyl parathion: a review of health effects; *J toxicol Environ Health B Crit Rev*. 2003 Mar-Apr;6(2):185-210.
39. Gauravi A Mishra; The effect of tobacco consumption on blood cholinesterase levels among workers exposed to organophosphorus pesticides; *toxicology and Industrial Health* 2006; 22: 399 403
40. Goel A Aggarwal P Bhoi S Gupta V; High-dose pralidoxime for organophosphorus poisoning; *Lancet* 2007
41. Goldfrank LR, Lewin NA, Flomenbaum. *Toxicologic Emergencies*. Chapter 109 Organic phosphorus compounds and carbamates. 1497-1512 McGrawHill 8a Edición. 2006
42. Han LY Huang CL Wu PQ Zhang XR Wu HY; The clinical study of atropine application to the patients with organophosphate poisoning after treatment with plasma replacement; *Chinese journal of industrial hygiene and occupational diseases* 2004, Feb; 22(1):69.
43. Henao, S. Nieto, O. Curso de auto instrucción en diagnóstico, tratamiento y prevención de intoxicaciones agudas causadas por plaguicidas. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS). 1999.
44. Hoppin JA, Umbach DM, London SJ, Lynch CF, Alavanja MC, Sandler DP; Pesticides associated with wheeze among commercial pesticide applicators in the Agricultural Health Study.; *Am J Epidemiol*. 2006, Jun 15; 163(12):1129-37
45. Horowitz SH, Stark A, Marshall E, Mauer MP; A multi-modality assessment of peripheral nerve function in organophosphate-pesticide applicators; *J Occup Environ Med*. 1999, May; 41(5):405-8
46. Hsieh BH, Deng JF, Ger J, Tsai WJ; Acetylcholinesterase inhibition and the extrapyramidal syndrome: a review of the neurotoxicity of organophosphate;

47. Idrovo A. Vigilancia de las Intoxicaciones con Plaguicidas en Colombia. *Salud Publica* 2000;2(1):36-46
48. International Labor Office (ILO). International Chemical Control Toolkit. Ginebra. Suiza, 2004. Versión electrónica:
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/main_guide.pdf
49. Irene Orozco-De Los Ríos, Pedro Miguel Sánchez-Vizcaíno, Diego González-Ramírez.; Neuropatía periférica y deterioro de las funciones cognitivas asociados a exposición crónica a organofosforados; *Rev Med Inst Mex Seguro Soc* 2005; 43 (6): 479-486
50. INRS, 2005. Vincent R, Bonthoux F, Mallet G, Iparraguirre J.F., Rio S methodologie d' evaluation simplifiée du risqué chimique INRS Hygiène et sécurité du travail. Cahiers de notes documentaires 2005 200:39-62.
51. INSHT 2003, Métodos de mediciones para agentes químicos. Apéndice 5. Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos presentes en los lugares de trabajo relacionados con agentes químicos. INSHT Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Ministerio de trabajo y asuntos sociales España. 2003. Versión electrónica: www.mtas.es/insht/practice/g_AQ.htm
52. Jamal GA, Hansen S, Julu PO; Low level exposures to organophosphorus esters may cause neurotoxicity; *toxicology*. 2002 Dec 27;181-182:23-33.
53. Jamal GA.; Neurological syndromes of organophosphorus compounds; *Adverse Drug React tóxicol Rev*. 1997 Aug;16(3):133-70.
54. Jamal GA. Hansen S. Pilkington A. Buchanan D. Gillham RA; A clinical neurological, neurophysiological, and neuropsychological study of sheep farmers and dippers exposed to organophosphate pesticides; *Occup Environ Med*. 2002, Jul; 59(7):434-41
55. Jeyaratnam, J. *World Health Statistics Quarterly*. Vol. 43, No. 3, 1990, pages 139-44. Acute pesticide poisoning: a major global health problem.
56. John Victor Peter, John L Moran, Petra L Graham; Advances in the management of organophosphate poisoning; *Expert Opinion on Pharmacotherapy*, July 2007, Vol. 8, No. 10, Pages 1451-1464
57. Johnson S, Peter JV, Thomas K, Jeyaseelan L, Cherian AM; Evaluation of two treatment regimens of pralidoxime (1 gm single bolus dose vs 12gm infusion) in the management of organophosphorus poisoning.; *J Assoc Physicians India*. 1996 Aug;44(8):529-31
58. JokanoviÄ† M, MaksimoviÄ† M.; Abnormal cholinesterase activity: understanding and interpretation; *Eur J Clin Chem Clin Biochem*. 1997 Jan;35(1):11-6.
59. Jokanovic M, Stukalov PV, Kosanovic M.; Organophosphate induced delayed polyneuropathy; *Curr Drug Targets CNS Neurol Disord*. 2002 Dec;1(6):593-602
60. Jørs, E. Cervantes, R. Condarco, G. Huici, O. Lander, F. Baelum, J. Konradsen, F. Occupational pesticide intoxications among farmers in Bolivia: a cross-sectional study. *Environmental Health: A Global Access Science Source* 2006, 5:10
61. Kamanyire R, Karalliedde L; Organophosphate toxicity and occupational exposure; *Occup Med (Lond)*. 2004 Mar;54(2):69-75
62. Karalliedde L, Baker D, Marrs TC; Organophosphate-induced intermediate syndrome: aetiology and relationships with myopathy.; *tóxicol Rev*. 2006;25(1):1-14

63. Khan S, Hemalatha R, Jeyaseelan L, Oommen A, Zachariah A.; Neuroparalysis and oxime efficacy in organophosphate poisoning: a study of butyrylcholinesterase.; *Hum Exp tóxicol*. 2001 Apr;20(4):169-74
64. Leiden, NA. Validez y Representatividad de las mediciones ambientales en Higiene Industrial. Servicios Técnicos de Prevención MAPFRE II Simposio de Higiene Industrial. Madrid 1979.
65. Lessenger JE.; Fifteen years of experience in cholinesterase monitoring of insecticide applicators; *J Agromedicine*. 2005;10(3):49-56. Review
66. Li Y. Yu X. Wang Z. Wang H. Zhao X. Cao Y. Wang W. Eddleston M; Gastric lavage in acute organophosphorus pesticide poisoning (GLAOP)--a randomised controlled trial of multiple vs. single gastric lavage in unselected acute organophosphorus pesticide poisoning; *BMC Emerg Med*. 2006; 6:10
67. Lotti M, Moretto A; Organophosphate-induced delayed polyneuropathy; *tóxicol Rev*. 2005;24(1):37-49
68. Lotti M, Moretto A.; Do carbamates cause polyneuropathy?; *Muscle Nerve*. 2006 Oct;34(4):499-502
69. Lotti M.; Low-level exposures to organophosphorus esters and peripheral nerve function; *Muscle Nerve*. 2002 Apr;25(4):492-504.
70. Malchaire J. Método SOBANE: Productos químicos peligrosos. Unidad de higiene y fisiología del trabajo. Facultad de medicina. Universidad Católica de Lovaina. Bélgica Mayo 2005. Versión electrónica: <http://www.sobane.be/langues/sp/Malchaire%20texte%20SOBANE%20quimicos%202005%20Sp.pdf>.
71. Malchaire J. Evaluación, prevención y mejoras de los riesgos derivados del trabajo con productos químicos peligrosos. Informe del estudio de observación SOBANE nivel 2. Unidad de higiene y fisiología del trabajo. Facultad de medicina Universidad Católica de Lovaina. Bélgica. Mayo 2005. Versión electrónica.http://www.sobane.be/langues/sp/ejemplo_Sobane_quimicos_rapport_sp.pdf.
72. Maroni, M. Colosio, C. Ferioli, A. Fait, A Organophosphorous pesticides. *toxicology* 143 (2000) 9–37
73. Mason HJ; The recovery of plasma cholinesterase and erythrocyte acetylcholinesterase activity in workers after over-exposure to dichlorvos; *Occup Med (Lond)*. 2000, Jul; 50(5):343-7. [Occupational medicine (Oxford, England)]
74. Mason HJ, Sams C. Stevenson AJ. Rawbone R; Rates of spontaneous reactivation and aging of acetylcholinesterase in human erythrocytes after inhibition by organophosphorus pesticides; *Hum Exp tóxicol*. 2000, Sep; 19(9):511-6
75. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorio. Guías Ambientales para el Sector de Plaguicidas Bogotá, Colombia 2003. Versión electrónica: <http://www.minambiente.gov.co/prensa/publicaciones/publicaciones.htm>
76. Ministerio de la Protección Social. Colombia. Manual Guía sobre Procedimientos para la Rehabilitación y Reincorporación Ocupacional de los Trabajadores en Sistema General de Riesgos Profesionales. Bogotá: La Entidad, 2004
77. Ministerio de Sanidad y Consumo. Protocolos de Vigilancia Sanitaria Especifica. Plaguicidas. Madrid. España. 1999
78. Miranda J, McConnell R, Wesseling C, Cuadra R, Delgado E, Torres E, Keifer M, Lundberg I.; Muscular strength and vibration thresholds during two years after acute

- poisoning with organophosphate insecticides.; *Occup Environ Med.* 2004 Jan;61(1):e4
79. Mishra GA; The effect of tobacco consumption on blood cholinesterase levels among workers exposed to organophosphorus pesticides; *tóxicol Ind Health.* 2006, Oct; 22(9):399-403
 80. Nieto Z. O. Fichas técnicas de plaguicidas a prohibir o restringir según el acuerdo No. 9 de la XVI Reunión del Sector Salud de Centroamérica y República Dominicana (RESSCAD). OMS/OPS Costa Rica 2001
 81. NIOSH. Manual of Analytical Methods (NMAM), Fourth Edition USA 2003. Versión electrónica: <http://www.cdc.gov/niosh/nmam/>
 82. NIOSH Pocket Guide to Chemical Hazards, June 1997 Edition (Publication No. 97-140).
 83. Occupational Safety and Health Administration (OSHA) .Chemical Hazard Communication. 1998. USA.
 84. Occupational Safety and Health Administration (OSHA).Surface Contamination 2004.
 85. O.I.T.; Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales de España. Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo. 4ª Edición. 1998. Madrid. Cap.64
 86. Oliveira-Silva JJ. Alves SR. Meyer A. Perez F. Sarcinelli PN; Influence of socioeconomic factors on the pesticides poisoning, Brazil; *Rev Saude Publica.* 2001, Apr; 35(2):130-5
 87. O'Malley M.; Clinical evaluation of pesticide exposure and poisonings; *Lancet.* 1997 Apr 19;349(9059):1161-6
 88. Organización Panamericana de la Salud. Instituto Nacional de Salud - Colombia. Adaptación Manual Salvadoreño "Prevenimos las Intoxicaciones y Evitamos la contaminación". 2005
 89. Orluwene CG. Ejilemele AA; Comparison of red cell cholinesterase and plasma cholinesterase activities in early detection of organo-phosphorus toxicity in exposed industrial workers in Port Harcourt, Nigeria.; *Niger J Med.* 2006 Jul-Sep; 15(3):314-7.
 90. OSHA. Dermal Hazardous Exposure. Occupational Safety and Health Administration 1995. USA.
 91. Pajoumand A, Shadnia S, Rezaie A, Abdi M, Abdollahi M; Benefits of magnesium sulfate in the management of acute human poisoning by organophosphorus insecticides; *Hum Exp tóxicol.* 2004 Dec;23(12):565-9
 92. Palacios-Nava ME. Paz-Romero P Hernandez-Robles S; Persistent symptomatology in workers industrially exposed to organophosphate pesticides; *Salud Publica Mex.* 1999 Jan-Feb; 41(1):55-61
 93. Pawar KS, Bhoite RR, Pillay CP, Chavan SC, Malshikare DS, Garad SG.; Continuous pralidoxime infusion versus repeated bolus injection to treat organophosphorus pesticide poisoning: a randomised controlled trial; *Lancet.* 2006 Dec 16;368(9553):2136-41.
 94. Peiris-John RJ. Ruberu DK Wickremasinghe AR Smit LA; Effects of occupational exposure to organophosphate pesticides on nerve and neuromuscular function.; *J Occup Environ Med.* 2002, Apr; 44(4):352-7
 95. Peiris-John, et al.; Effects of occupational exposure to organophosphate pesticides on nerve and neuromuscular function;

96. Perhins J.L Modern Industrial Hygiene. Air Sampling and Laboratory Analysis. Col 1 N.Y pp 369- 387 pp 389- 423.
97. Peter JV, Moran JL, Graham P; Oxime therapy and outcomes in human organophosphate poisoning: an evaluation using meta-analytic techniques; *Crit Care Med.* 2006 Feb;34(2):502-10
98. Pilkington A. Buchanan D. Jamal GA. Gillham R; An epidemiological study of the relations between exposure to organophosphate pesticides and indices of chronic peripheral neuropathy and neuropsychological abnormalities in sheep farmers and dippers; *Occup Environ Med.* 2001, Nov; 58(11):702-10
99. Podolak M Panasiuk L; Biological indicators for the assessment of human exposure to organophosphorous compounds; *Przegl Lek.* 1997; 54(10):719-22
100. Pependorf William. Industrial Hygiene Control of Airborne Chemical Hazards. Taylor & Francis. Boca Raton, FL 33487-2742 USA. 2006.
101. Rahimi R, Nikfar S, Abdollahi M.; Increased morbidity and mortality in acute human organophosphate-poisoned patients treated by oximes: a meta-analysis of clinical trials; *Hum Exp toxicol.* 2006 Mar;25(3):157-62
102. Ray DE Richards PG; The potential for toxic effects of chronic, low-dose exposure to organophosphates; *tóxicol Lett.* 2001, Mar 31; 120(1-3):343-51
103. Robenshtok E, Luria S, Tashma Z, Hourvitz A.; Adverse reaction to atropine and the treatment of organophosphate intoxication; *Isr Med Assoc J.* 2002 Jul;4(7):535-9.
104. Roberts D, Buckley NA; Alkalinisation for organophosphorus pesticide poisoning; *Cochrane Database Syst Rev.* 2005 Jan 25;(1):CD004897
105. Roberts DM, Aaron CK.; Management of acute organophosphorus pesticide poisoning; *BMJ.* 2007 Mar 24;334(7594):629-34.
106. Rothlein J. Rohlman D; Organophosphate pesticide exposure and neurobehavioral performance in agricultural and non-agricultural Hispanic workers; *Environ Health Perspect.* 2006, May; 114(5):691-6
107. Rubio, Romero JC. Gestión de la Prevención de Riesgos Laborales OSHAS-18001. Directrices OIT y otros Modelos. Madrid 2002 pp. 1-44.
108. Samuel J, Thomas K, Jeyaseelan L, Peter JV, Cherian AM.; Incidence of intermediate syndrome in organophosphorous poisoning.; *J Assoc Physicians India.* 1995 May;43(5):321-3.
109. Shivakumar S, Raghavan K, Ishaq RM, Geetha S; Organophosphorus poisoning: a study on the effectiveness of therapy with oximes; *J Assoc Physicians India.* 2006 Mar;54:250-1.
110. Singh G, Avasthi G, Khurana D, et al. Neurophysiological monitoring of pharmacological manipulation in acute organophosphate (OP) poisoning: the effects of pralidoxime, magnesium sulphate and pancuronium. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 1998; 107: 140-8
111. Singh S, Chaudhry D, Behera D, Gupta D, Jindal SK.; Aggressive atropinisation and continuous pralidoxime (2-PAM) infusion in patients with severe organophosphate poisoning: experience of a northwest Indian hospital; *Hum Exp toxicol.* 2001 Jan;20(1):15-8
112. Singh S, Sharma N.; Neurological syndromes following organophosphate poisoning; *Neurol India.* 2000 Dec;48(4):308-13

113. Sogorb MA, Vilanova E, Carrera V; Future applications of phosphotriesterases in the prophylaxis and treatment of organophosphorus insecticide and nerve agent poisonings; *tóxicol Lett.* 2004 Jun 15;151(1):219-33
114. Soogarun S. Wiwanitkit V. Suwansaksri J; Report on blood cholinesterase among vegetable growers; *Southeast Asian J Trop Med Public Health.* 2003, Sep; 34(3):687
115. Stefanidou M. Athanaselis S. Velonakis M. Pappas F. Koutselinis ; Occupational exposure to cholinesterase inhibiting pesticides: a Greek case; *Int J Environ Health Res.* 2003, Mar; 13(1):23-9
116. Storm JE, Rozman KK, Doull J.; Occupational exposure limits for 30 organophosphate pesticides based on inhibition of red blood cell acetylcholinesterase; *toxicology.* 2000 Sep 7;150(1-3):1-29
117. Tahmaz, N. Soutar, A. Cherrie, W. Chronic Fatigue and Organophosphate Pesticides in Sheep Farming: A Retrospective Study Amongst People. Reporting to a UK Pharmacovigilance Scheme. *Ann. occup. Hyg.,* Vol. 47, No. 4, pp. 261–267, 2003
118. Talty, J.T Industrial Hygiene Engineering. Recognition, Measurement, Evaluation and Control 2th Ed. USA- 1995 pp 11-22/62-76.
119. Thiermann H Szinicz L Eyer P Zilker T Worek F; Correlation between red blood cell acetylcholinesterase activity and neuromuscular transmission in organophosphate poisoning; *Chem Biol Interact.* 2005, Dec 15; 157-158:345-7.
120. Thiermann H, Kehe K, Steinritz D, Mikler J, Hill I, Zilker T, Eyer P, Worek F.; Red Blood Cell Acetylcholinesterase and Plasma Butyrylcholinesterase Status: Important Indicators for the Treatment of Patients Poisoned by Organophosphorus Compounds.; *Arh Hig Rada Toksikol.* 2007 Sep 1;58(3):359-366
121. Thiermann H, Szinicz L, Eyer P, Zilker T, Worek F; Correlation between red blood cell acetylcholinesterase activity and neuromuscular transmission in organophosphate poisoning.; *Chem Biol Interact.* 2005 Dec 15;157-158:345-7. Epub 2005 Nov 2
122. Thomson PLM S.A. Diccionario Especialidades Agroquímicas. Edición 16. Bogotá: La Entidad, 2006
123. U.S. Occupational Safety & Health Administration (OSHA) Sampling and Analytical Methods <http://www.osha.gov/dts/sltc/methods/index.html>
124. Varona M, Morales L, Ortiz J, Sánchez José F, Cárdenas O, De la Hoz F. Panorama epidemiológico de exposición a plaguicidas inhibidores de colinesterasa en 17 departamentos del país. *Biomédica.* 1998;18:22- 9.
125. Walker B Jr, Nidiry J.; Current concepts: organophosphate toxicity; *Inhal tóxicol.* 2002 Sep;14(9):975-90
126. Weissmann-Brenner A, Friedman LM, David A, Vidan A, Hourvitz A.; Organophosphate poisoning: a multihospital survey.; *Isr Med Assoc J.* 2002 Jul;4(7):573-6.
127. Wendel de Joode B V., Bierman E P B, Brouwer D H, Spithoven J, Kromhout H. An assessment of dermal exposure to semi-synthetic metal working fluids by different methods to group workers for an epidemiological study on dermatitis *Occup. Environ. Med.* 2005;62;633-641.

128. Wesseling C. Keifer M. Ahlbom A McConnell R Moon JD Rosenstock; Long-term neurobehavioral effects of mild poisonings with organophosphate and n-methyl carbamate pesticides among banana workers; *Int J Occup Environ Health*. 2002 Jan-Mar
129. Worek ,F. Koller, M. Thiermann, H. Szinicz,L. Diagnostic aspects of organophosphate poisoning *toxicology* 214 (2005) 182–189
130. Yalemtehay Mekonnen¹ and D. Ejigu²; Plasma cholinesterase level of Ethiopian farm workers exposed to chemical pesticide; *Occupational Medicine* 2005;55:504–505
131. Yan YJ He FS Huang JX Liu LG Zhang H Cao KJ Xu YC; Follow-up study on psychic and neuropathic delayed effects of acute organophosphorus pesticides poisoning; *Zhonghua Lao Dong Wei Sheng Zhi Ye Bing Za Zhi*. 2005, Oct; 23(5):333-Chinese journal of industrial hygiene and occupational diseases

GLOSARIO DE TERMINOS Y DE SIGLAS

GLOSARIO

CONCENTRACIÓN DE CONTAMINANTES: Cantidad de contaminante en la unidad de volumen de aire o del efluente gaseoso, medida en condiciones normales de presión, volumen y temperatura.

CONTAMINANTE: Sustancia capaz de producir en el organismo efectos perjudiciales. Se clasifican como: contaminantes químicos, físicos y biológicos. Los efectos que pueden causar en el organismo son de tipo: tóxico, corrosivo, neumoconiósico, cancerígeno, infeccioso, alérgico y asfixiante. Estos efectos pueden tener un carácter simple, aditivo, o potenciador (sinérgico).

Contaminante gaseoso: Contaminante químico que se presenta en estado gaseoso. Por su efecto fisiológico se considera como: tóxico, cáustico o irritante, asfixiante, anestésico o narcótico y sistémico.

Contaminante químico: Toda materia orgánica o inorgánica carente de vida propia. Según su estado físico pueden presentarse en forma de sólido, líquido o gas, según sus efectos se consideran: tóxicos, cáusticos, irritantes, neumoconiósicos, cancerígenos, alérgenos, sensibilizantes y asfixiantes entre otros. Las vías de entrada en estos contaminantes son: la respiratoria, la dérmica, la digestiva, las mucosas, la parenteral.

CONTROL DE CONTAMINANTES: Acción de medida periódica de los parámetros (en general magnitud y tiempo de exposición) que definen la situación de riesgo en un determinado estado de contaminación. Su objetivo es eliminar, reducir o mantener, mediante la aplicación de técnicas adecuadas, la situación inicial, o bien verificar la eficacia de las mismas.

CONCENTRACIÓN MÁXIMA PERMISIBLE: La concentración ambiental de un material peligroso que no alcanza a afectar la salud de un trabajador expuesto a ella en jornada diaria de ocho horas, durante un período prolongado. Esta definición es equivalente a la de los valores límites umbrales (TLVs, Threshold Limit Values) establecidos por la Conferencia Americana Gubernamental de Higienistas Industriales (ACGIH), los cuales se revisan, actualizan y se publican periódicamente.

CRITERIOS DE VALORACIÓN DE RIESGOS: Reglas, conceptos y valores establecidos científicamente y reconocidos por entidades de prestigio, que se utilizan como base de referencia en la evaluación de los riesgos de tipo higiénico o de seguridad.

DISOLVENTE: Sustancia líquida (generalmente derivados del petróleo) susceptible de mezclarse con otras sustancias para formar una sola fase sin reacción química.

EFFECTO HIGIÉNICO ADITIVO: Es el producido por más de un contaminante actuando sobre un mismo órgano. El efecto aditivo total es la suma de los efectos simples de cada una de los contaminantes

El EQM OP Kit es un equipo computarizado operado con baterías que se basa en el método de Ellman adaptado para funcionar con un colorímetro y un diodo emisor de luz. Ha sido considerado como un equipo adecuado para el trabajo de campo; la baja variabilidad de los experimentos realizados con este equipo cómodo permiten mejorar el diagnóstico y la detección de intoxicaciones, así como la evaluación epidemiológica de la exposición. (http://www.huicholesyplaguicidas.org/huichol_cas/cont/docs/epi_05.pdf).

EXPOSICIÓN: Palabra con la que se indica que una o varias personas permanecen sometidas a un riesgo o están bajo la acción de un agente contaminante que incide negativamente en las condiciones de seguridad o en su estado de salud. Esta se mide en tiempo o en frecuencias de tiempo, según el riesgo sea estable o se presente en determinados momentos de un proceso.

EXPOSICIÓN A UN PRODUCTO QUÍMICO: Presencia de un producto químico en el lugar de trabajo que implica el contacto de éste con el trabajador por inhalación o por vía dérmica, digestiva o parenteral.

EXPOSICIÓN DIARIA (ED): Es la concentración promedio del agente químico en la zona de respiración del trabajador, medida o calculada de forma ponderada con respecto al tiempo, para la jornada laboral real y en relación a una jornada de 8 horas diarias. Referir la concentración media a dicha jornada estándar implica considerar el conjunto de las distintas exposiciones del trabajador a lo largo de la jornada real de trabajo, cada una con su correspondiente duración, como equivalente a una única exposición uniforme de 8 horas. Con estas consideraciones la exposición diaria puede calcularse matemáticamente aplicando la siguiente fórmula:

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

Notación usada: c_i la concentración i -ésima, t_i el tiempo de exposición, en horas, asociado a cada valor c_i . La suma de los tiempos de exposición considerados en el numerador de la fórmula anterior será igual a la duración real de la jornada laboral correspondiente, expresada en horas.

EXPOSICIÓN DE CORTA DURACIÓN (EC): Corresponde a la concentración media del agente químico en la zona de respiración del trabajador, determinada por medición o cálculo para cualquier período de 15 minutos a lo largo de la jornada laboral (excepto para los agentes químicos a los cuales se les ha asignado un período de referencia menor, en la lista de valores límite o TLVs). La EC correspondiente se calculará aplicando la siguiente fórmula:

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

Notación usada: c_i la concentración i -ésima para cada período de 15 min. t_i el tiempo de exposición, en minutos, asociado a cada valor c_i . La suma de los tiempos de exposición en la fórmula anterior será igual a 15 minutos.

EXTRACCIÓN: Vocablo con el que se pretende designar la operación de sacar las partículas contaminantes o el volumen de un gas nocivo existente en un recinto.

Extracción forzada: La que se lleva a cabo a través de la instalación de medios mecánicos. Por el lugar en la que se la sitúe y la misión que se le asigne, se le denomina Extracción General forzada –cuando se extrae el aire ambiental del recinto de forma indiscriminada -, o Extracción localizada.

Extracción localizada: Sistema particular de extracción forzada en la que el contaminante que se desea eliminar es captado en el área más cercana posible al punto de emisión, evitando con ello su difusión en el aire ambiental.

Extracción natural: La realizada aprovechando los medios habituales de aireación y ventilación. (Ventanas o aberturas similares).

FACTORES DE PROTECCIÓN DE PROTECTORES RESPIRATORIOS (F.P): Valor que se aplica a cada tipo de protector respiratorio personal (mascarillas o máscaras con filtro, equipos de respiración, etc.). Este factor multiplicado por el T.L.V.- T.W.A del contaminante nos da máxima concentración para la que puede ser utilizado el protector de que se trate.

FRASES DE RIESGO (R): Frases estandarizadas que indican los riesgos específicos derivados de los peligros de la sustancia química a que se hace referencia. Cada frase viene acompañada por la letra R y el código numérico correspondiente.

FRASES DE SEGURIDAD (S): Frases estandarizadas que establecen prácticas seguras en relación con el uso de la sustancia química a que se hace referencia. Cada frase viene acompañada por la letra S y el código numérico correspondiente.

GES o grupos de exposición similar: Grupos de personas o trabajadores que se suponen comparten los mismos riesgos, al participar en procesos, realizar actividades y tareas similares, y están expuestos a contaminantes similares, en ambientes laborales y sistemas de control semejantes.

Hojas de datos de seguridad de materiales (MSDS por sus siglas en inglés). Documentos que proveen información sobre materiales (productos químicos, mezclas o preparaciones). Incluyen datos sobre las características fisicoquímicas y toxicológicas, recomendaciones de uso, primeros auxilios, etc.

ÍNDICE DE EXPOSICIÓN BIOLÓGICA (BEI por sus siglas en inglés): Según la ACGIH, representa el límite de la concentración, en el medio biológico adecuado, del producto químico o sus metabolitos o los cambios bioquímicos inducidos o de otro indicador biológico, directa o indirectamente relacionado con los efectos de la exposición del trabajador al producto en cuestión. La ACGIH revisa, actualiza y publica periódicamente estos indicadores.

PRODUCTO QUÍMICO: Todo elemento o compuesto, solo o mezclado, tal como se presenta en estado natural o es producido, utilizado o vertido, incluido el vertido como residuo, en una actividad laboral, se haya elaborado o no en forma intencional. Designa los elementos y compuestos químicos y sus mezclas ya sean naturales o sintéticos.

PRODUCTO QUÍMICO PELIGROSO: Son aquellos que representan un riesgo para la salud y seguridad para los trabajadores, generan riesgos de incendio y explosión o afectan al medio ambiente, la clasificación de la peligrosidad de estos productos se basa en sus características fisicoquímicas, químicas o toxicológicas y a la forma en que se utilizan o se hallan presentes en el lugar de trabajo.

PROTECCIÓN PERSONAL: Toda prenda o elemento usado directamente por el trabajador para preservarse de la acción de un determinado riesgo al que se está expuesto, eliminando, o en todo caso disminuyendo sus consecuencias hasta niveles aceptables.

RELACIÓN DOSIS-EFECTO: Correspondencia entre la dosis a la que una persona concreta está expuesta y la intensidad de cada efecto específico que a esa persona le provoque.

RELACIÓN DOSIS-RESPUESTA: Correspondencia entre la dosis a la que un grupo de personas está expuesta y el número de ellas que sufre un efecto específico en un grado determinado.

RIESGO HIGIÉNICO: Exposición a agentes físicos, químicos o biológicos, capaces de provocar efectos perjudiciales en la salud de las personas expuestas.

RIESGO QUÍMICO: La posibilidad de que un trabajador sufra un determinado daño a la salud derivado de la exposición a productos químicos. No se incluyen los riesgos debidos a productos químicos en los que las lesiones se ocasionan indirectamente sin necesidad de contacto con el producto por ejemplo incendio y explosión, cuya prevención corresponde al programa de seguridad.

SISTEMAS DE CAPTACIÓN HIGIÉNICA: Procedimientos utilizados en higiene de campo para la toma de muestras de los contaminantes, de manera que éstos no se vean alterados antes de proceder a su análisis en el laboratorio.

SUSTANCIA BIOACUMULABLE: Sustancia química capaz de concentrarse en los tejidos de los organismos vivos alcanzando concentraciones mayores que en el ambiente al que está expuesto.

SUSTANCIA CANCERÍGENA: Sustancia química capaz de producir cáncer en organismos vivos.

SUSTANCIA COMBURENTE, u OXIDANTE, (O): Aquellas preparaciones que en contacto con otras sustancias principalmente combustibles, sobre todo por cesión de oxígeno, producen una reacción exotérmica violenta, aumentando considerablemente el peligro de incendio. Los peróxidos son combustibles y por lo tanto pueden arder espontáneamente. Son sustancias ricas en oxígeno que tienen la propiedad de mantener o avivar la combustión y por lo tanto mantienen o atizan los incendios.

SUSTANCIA CORROSIVA, (C): Sustancias o preparaciones que al entrar en contacto con los tejidos vivos pueden destruirlos. Ciertas sustancias que no son corrosivas en su estado natural y seco pueden volverse corrosivas cuando entran en contacto con el aire o con la humedad de la piel y mucosas.

SUSTANCIA EXPLOSIVA, (E): Es una sustancia o preparación que puede explotar bajo el efecto de una llama o cuando sufre golpes o fricciones.

SUSTANCIA EXTREMADAMENTE INFLAMABLE, (+F): Líquidos con punto de inflamación inferior a 0 °C. y un punto de ebullición de máximo 35° C. Gases y mezclas de gases que a presión normal y temperatura usual son inflamables en el aire.

SUSTANCIA FÁCILMENTE INFLAMABLE, (F): Líquidos con punto de inflamación inferior a 21°C pero no son altamente inflamables. Sustancias sólidas y preparaciones que por acción breve de una fuente de calor pueden inflamarse fácilmente y continuar quemando o permanecer incandescentes.

SUSTANCIA IRRITANTE, (Xi): Sustancia o preparación no corrosiva, que por contacto breve, prolongado o repetido con la piel o mucosas puede provocar una reacción inflamatoria de los tejidos. Peligro de sensibilización por contacto.

SUSTANCIA MUTÁGENA: Sustancia química que puede producir alteraciones en el material genético de las células.

SUSTANCIA NOCIVA (Xn): Aquella que absorbida por inhalación, ingestión o absorción cutánea puede producir daños a la salud agudos o crónicos de gravedad limitada. Una sustancia es nociva si es capaz de ocasionar quemaduras de primer grado en la piel después de un corto tiempo de exposición o contacto con la misma.

SUSTANCIA PERSISTENTE: Sustancia capaz de permanecer en el ambiente por periodos de tiempo prolongados y por ser resistentes a la degradación química y biológica. Se consideran persistentes si su tiempo de vida media es mayor a dos meses en agua y mayor a 6 meses en el suelo.

SUSTANCIA RADIATIVA: Sustancia que contiene elementos o es un radionúclido. Su peligrosidad depende de la cantidad de radiación que genere así como la clase de desintegración nuclear que presenta.

SUSTANCIA TERATÓGENA: Sustancia química que puede producir alteraciones en el feto durante su desarrollo.

SUSTANCIA TOXICA, (T): Aquella que absorbida por inhalación, ingestión o absorción cutánea, en pequeña cantidad, puede producir daños considerables a la salud con posibles consecuencias mortales o irreversibles. Posibles efectos cancerígenos, mutagénicos y tóxicos para la reproducción.

TÉCNICAS ANALÍTICAS: Técnicas empleadas en los métodos analíticos de higiene. Entre ellas se destacan la cromatografía de gases y líquida, la espectrofotometría ultravioleta, visible e infrarroja, la espectroscopia de emisión y de absorción atómica, la microscopía y la gravimetría, entre otras.

VALORES DE REFERENCIA: Niveles establecidos legalmente, o bien por entidades de prestigio y adaptados como tales, que sirven como criterios de calificación y decisión ante una situación determinada, una vez conocidos los resultados de su evaluación.

VIGILANCIA EN SALUD: El examen de cada trabajador para determinar su estado de salud, en relación con la exposición a productos químicos específicos en el trabajo.

SIGLAS Y ABREVIATURAS UTILIZADAS

ACGIH: American Conference of Industrial Hygienists.
AIHA: American Industrial Hygiene Association.
ATSDR: Agency for Toxic Substances and Disease Registry.
ANSI: American National Standards Institute.
BEI: Biological Exposure Index.
CAS: Número de registro para cada producto químico asignado por Chemical Abstracts Service.
CDC: Centers for Disease Control.
CE: Comunidad Europea.
CR: Concentración relativa.
DFG: Deutsche Forschungsgemeinschaft, federal Republic of Germany. Commission for the investigation of Health hazards of Chemical Compounds in the Work Area.
EPA: Environmental Protection Agency.
EPP: Equipo de Protección Personal
FCAD: Factor de Corrección Ajuste Diario.
FCAS: Factor de Corrección Ajuste Semanal.
FPA: Factor de Protección Asignado (elementos de protección respiratoria).
GES: Grupos de exposición similar.
GC/FID: Gas Chromatography/Flame Ionization Detector
HPLC/UV: High Performance Liquid Chromatography/ Ultraviolet.
IARC: International Agency for Research on Cancer.
ICSC: International Chemical Safety Cards.
IDLH: Immediately Dangerous to Life or Health.
INRS: l'Institut National de Recherche et de Sécurité (Francia).
IRRST: Institut de recherche Robert Sauvé en santé et en sécurité du travail (Canadá).
INS: Instituto nacional de salud.
INSHT: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo (España).
ILO: International Labor Organization.
MAKs: Maximum Concentrations Values en the Workplace. (DFG)
MSDS: Material Safety Data Sheets.
MSHA: Mine Safety and Health Administration.
NIOSH: National Institute for Occupational Safety and Health.
NMAM: NIOSH Manual of Analytical Methods.
NTE: Estearasa neurotóxica por sus siglas en ingles.
NFPA: National Fire Protection Association.
OIT: organización Internacional del Trabajo.
OF: Organofosforados.
OMS: Organización mundial de la salud
OPS Organización panamericana de la salud
ONU: Organización de las Naciones Unidas.
OSHA: The US Occupational Safety & Health Administration.
PELs: Permissible Exposure Limits (OSHA).
PIC: Plaguicidas inhibidores de la colinesterasa.

R: Frases de riesgo
RELs: Recommended Exposure Limits (NIOSH).
RPQ: Ropa de Protección Química.
SIVIGILA: Sistema de vigilancia de enfermedades transmisibles
S: Frases de seguridad.
SGA: Sistema Globalmente Armonizado (clasificación y etiquetado de productos químicos).
TLVs: Threshold Limit Values.
TLV-TWA: Threshold Limit Value-Time-weighted Average.
TLV-STEL: Threshold Limit Value- Short Term Exposure Limit.
TLV- C: Threshold Limit Value- Ceiling.
VEO: programa de vigilancia epidemiológica de plaguicidas organofosforados y carbamatos desarrollado por el Grupo Salud Ambiental del Instituto Nacional de Salud.
VITAE: Video Imaging Technique for Assessment of Exposure
VLP: Valores Límites de Permisibles.
WEEL's: Workplace Environmental Exposure Levels (AIHA).
WHO: World Health Organization.

APENDICES
APÉNDICE 1
LISTAS DE CHEQUEO PARA ESTUDIOS

Patología: _____

Fecha: _____

Nombre de quien realiza la evaluación: _____

Referencia del artículo: _____

Determine a cuál grupo de estudio corresponde el artículo que va a evaluar enseguida, teniendo en cuenta lo siguiente:

¿Qué pregunta trataron de resolver los autores?

- **Causalidad o riesgo:** ¿se asocia la exposición a uno o varios factores con el riesgo de presentar un desenlace no deseado?
- **Diagnóstico:** ¿llevaría el empleo de una prueba (clínica o paraclínica) a un aumento en la probabilidad de detectar o descartar la patología de interés?
- **Intervención:** ¿lleva el uso de la intervención a una reducción en el riesgo de padecer la patología de interés en sujetos libres de ella, o presentar resultados indeseables en quienes ya la padecen?
- **Pronóstico:** ¿cuáles son las consecuencias –buenas o malas- para los individuos que padecen la patología de interés?

¿Qué tipo de estudio se adelantó? (ensayo controlado, cohorte, meta-análisis, casos y controles, corte transversal, etc.)

ESTUDIOS DE PREVENCIÓN O INTERVENCIÓN		RESPUESTA/COMENTARIOS
Validez interna: ¿Fue apropiado el estudio para la pregunta de investigación y se adelantó correctamente?	¿Fue aleatoria la asignación de los grupos de intervención y de control?	
	¿La aleatorización se hizo de forma ciega?	
	¿Se hizo el análisis de los participantes en los grupos en los cuales fueron aleatorizados?	
	Al iniciar el estudio, ¿los grupos de intervención y control tenían pronóstico similar?	
	¿Desconocían los participantes los grupos a los cuales fueron asignados?	
	¿Desconocían los investigadores la asignación de los grupos?	
	¿Desconocían los evaluadores del desenlace la asignación de los grupos, es decir, se hizo evaluación ciega del desenlace?	
Evaluación de la importancia de los resultados	¿Fue completo el seguimiento?	
	¿Qué tan grande fue el efecto de la intervención?	
	¿Qué tan precisa fue la estimación del efecto de la intervención?	
	Riesgo relativo (RR), Intervalo de confianza. Si éste no aparece, busque el valor de p	
Validez externa: ¿Qué tan aplicables son los resultados del estudio a la población de mi interés?	¿Fueron los participantes del estudio similares a los que hacen parte de la población de mi interés?	
	¿Fueron considerados todos los hallazgos clínicamente importantes?	
	¿Son superiores los posibles beneficios de la intervención a los riesgos y a los costos asociados?	
¿Qué Nivel de evidencia: aporta este estudio?		

PRUEBAS DE DIAGNÓSTICO		RESPUESTA/COMENTARIOS
Validez interna	¿Hubo una comparación ciega e independiente con un estándar de referencia (prueba de oro)?	
	¿La muestra del estudio incluyó un espectro apropiado de sujetos similares a aquellos en los cuales se aplicará la prueba?	
	¿Se descartó que los resultados de la prueba que se examina hayan tenido influencia en la decisión de aplicar a los pacientes la prueba de oro como prueba confirmatoria?	
	¿Se describen los métodos de la prueba en suficiente detalle para permitir su reproducción?	
Evaluación de la importancia de los resultados	¿Se presentan las razones de probabilidades o los datos necesarios para calcularlas?	
Validez externa	¿Serán satisfactorias en nuestro medio la reproducibilidad de la prueba y de la interpretación de los resultados?	
	¿Son aplicables los resultados del estudio a mi población de interés?	
	¿Cambiarán los resultados el manejo que haga de la patología?	
	¿Estarán mejor los sujetos de mi población de interés con la aplicación de la prueba?	
¿Qué Nivel de evidencia: aporta este estudio?		

ESTUDIOS DE PRONÓSTICO		RESPUESTA/COMENTARIOS
Validez interna	¿Hubo una muestra representativa y bien definida de pacientes en un estadio similar de la patología?	
	¿Fue el seguimiento suficientemente largo y completo?	
	¿Se utilizaron criterios objetivos y no sesgados de desenlace?	
	¿Se hizo ajuste para factores pronósticos importantes?	
Evaluación de la importancia de los resultados	¿Qué tan alta es la probabilidad de los eventos del desenlace en un período de tiempo especificado?	
	¿Qué tan precisas son las estimaciones de probabilidad?	
Validez externa	¿Fueron los pacientes estudiados similares a los sujetos de mi población de interés?	
	¿Llevarán los resultados a seleccionar o evitar directamente la intervención?	
	¿Se utilizan los resultados para tranquilizar o aconsejar a los pacientes?	
¿Qué Nivel de evidencia: aporta este estudio?		

Apéndice 2

INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN GUÍAS DE ATENCIÓN INTEGRAL (GATISO) (Adaptado del instrumento AGREE¹)

Proyecto: “Elaboración y validación de cinco guías de atención integral basadas en la evidencia para las cinco principales causas de morbilidad profesional en Colombia”,

Esta es una herramienta de evaluación basada en el instrumento **AGREE²** (APPRAISSAL OF GUIDELINES RESEARCH & EVALUATION), con las modificaciones pertinentes para poder evaluar las guías de atención integral en el área ocupacional.

Escala de respuestas

1. Muy en desacuerdo
2. En desacuerdo
3. De acuerdo
4. Muy de acuerdo

ESTRUCTURA DEL INSTRUMENTO

Este instrumento incluye la evaluación de los seis puntos mencionados y explicados a continuación.

ALCANCE Y OBJETIVO

1. El(los) objetivo(s) general(es) de la guía está(n) específicamente descrito(s).
2. Lo(s) aspecto(s) relacionados con promoción, prevención, atención y rehabilitación están cubierto(s) por la guía.
3. El grupo poblacional (población objeto) a quien se pretende aplicar la guía está específicamente descrito.
4. El grupo que desarrolló la guía incluyó individuos de todos los grupos profesionales relevantes.
5. Los usuarios (población usuaria) de la guía están claramente definidos.

RIGOR EN LA ELABORACIÓN

6. Se han utilizado métodos sistemáticos para la búsqueda de la evidencia.
7. Los criterios para seleccionar la evidencia se describen con claridad.
8. Los métodos utilizados para formular las recomendaciones están claramente descritos.

¹ The AGREE Collaboration. AGREE Instrument Spanish version, www.agreecollaboration.org

² Herramienta genérica diseñada principalmente para ayudar a productores y usuarios de guías de práctica clínica, en la evaluación de la calidad metodológica de éstas)

9. Al formular las recomendaciones han sido considerados los beneficios en salud, los efectos secundarios y los riesgos.

10. Hay una relación explícita entre cada una de las recomendaciones y las evidencias en las que se basan.

11. Se incluye un procedimiento para actualizar la guía.

CLARIDAD Y PRESENTACIÓN

12. Las recomendaciones son específicas y no son ambiguas.

13. Las distintas opciones en promoción, prevención, diagnóstico tratamiento y rehabilitación de la enfermedad o condición se presentan claramente.

14. Las recomendaciones clave son fácilmente identificables

APLICABILIDAD

15. Se han discutido las barreras organizativas potenciales a la hora de aplicar las recomendaciones

16. Han sido considerados los costos potenciales de la aplicación de las recomendaciones.

17. La guía ofrece una relación de criterios clave con el fin de realizar monitorización y/o auditoría.

INDEPENDENCIA EDITORIAL

18. La guía es editorialmente independiente de la entidad financiadora.

19. Se han registrado los conflictos de intereses de los miembros del grupo de desarrollo.

EVALUACIÓN GLOBAL

¿Recomendaría esta Guía para su uso en la práctica?

Muy recomendada

Recomendada (con condiciones o modificaciones)

No recomendada

COMENTARIOS

Apéndice 3

CAJA DE HERRAMIENTAS DE CONTROL QUÍMICO DE LA OIT

Traducción y adaptación:
Oscar Nieto Z., MD, MSc OM
onietoz@gmail.com

Esta herramienta ha sido diseñada por un grupo de higienistas ocupacionales reunidos por la Asociación Internacional de Higiene Ocupacional (IOHA, por sus iniciales en inglés) con representantes de Gran Bretaña, EE UU, Australia, África del Sur y Asia pensando en empresas pequeñas y medianas de países en desarrollo. Se ha utilizado como modelo el “control Bandung” del Health and Safety Executive del Reino Unido.

El público objetivo es aquel que requiere orientación simple y práctica sobre cómo prevenir y reducir los riesgos relacionados con las sustancias químicas en los lugares de trabajo.

La caja de herramientas se ha diseñado para identificar soluciones de control que brindan protección a la salud para la gran mayoría de la población trabajadora. Sin embargo, dentro de cualquier población habrá grupos de individuos susceptibles, tales como trabajadores jóvenes o de edad, al igual que mujeres en edad reproductiva o embarazadas que pueden requerir protección adicional cuando se exponen a materiales peligrosos específicos. En estos casos es prudente tomar un enfoque de precaución mayor y evitar el contacto con la sustancia peligrosa o brindar un grado mayor de control. Este control adicional pudiera brindarse adoptando un enfoque más riguroso que las recomendaciones estándar de la caja de herramientas.

Para manejar la caja de herramientas se deben seguir 5 etapas:

- Etapa 1: Encontrar la clasificación del peligro y compararlo con un grupo de peligro utilizando la tabla que se incluye.
- Etapa 2: Averiguar qué tanto se va a utilizar de la sustancia.
- Etapa 3: Averiguar qué tanto de la sustancia va a entrar al aire (volatilizar).
- Etapa 4: Encontrar el enfoque de control.
- Etapa 5: Encontrar la(s) hoja(s) de tareas específicas de control.

La información recogida en cada etapa se compila en una hoja de control, como se muestra en el Anexo 1A. A continuación se describen las diferentes etapas.

Etapa 1. Clasificar los peligros

Paso 1. La Tabla 1 contiene una lista de solventes de uso común y sus grupos de peligro. Si el solvente bajo consideración está en la Tabla 1, lea su grupo(s) de riesgo y regístrelos en la hoja de verificación.

TABLA 1. Identificación del grupo de peligro para solventes comunes

Sustancia	Grupo de peligro	Volatilidad
Acetona	A & S	Media
Butil Acetato	A & S	Media
Diesel	B& S	Baja
Etil acetato	A & S	Media
Hexano	B& S	Media
Alcohol isopropílico	A & S	Media
Metanol	C & S	Media
Metil etil cetona	A & S	Media
Metil isobutil cetona	B& S	Media
Queroseno	A & S	Baja
Percloroetileno	C & S	Media
Gasolina	B& S	Alta
Tolueno	B& S	Media
Tricloroetileno	C & S	Media
Aguarrás (aceite volátil de trementina)	B& S	Baja
Xileno	A & S	Media

Paso 2. Si la sustancia no está listada en la Tabla 1, ¿es un plaguicida? Si lo es, registre este dato en la hoja de verificación y vaya directamente al paso 5 para encontrar las hojas de tarea que se requieren.

Paso 3. Si la sustancia no pertenece a alguno de los grupos anteriores, encuentre la información de clasificación de la misma en la hoja de datos de seguridad (MSDS) o en la etiqueta del producto. Compare esta información contra la información en la Tabla 2 y encuentre los datos de la clasificación de la sustancia que encajan exactamente en alguno de los grupos de peligro de la A a la E. Un emparejamiento exacto identifica el grupo adecuado de peligro por inhalación. Luego verifique la clasificación contra los datos del grupo de peligro S para ver si la sustancia también cae dentro del grupo de peligro S. Una sustancia puede estar tanto en un grupo de peligro por inhalación (A – E) y en el grupo de Piel (S, por Skin, en inglés). Registre el grupo o grupos de peligro en la hoja de verificación. (Corrientemente, la Tabla 2 tiene información para permitir la clasificación utilizando el sistema de clasificación GHS [Globally Harmonized System for the Classification and Labelling of Chemicals] o el sistema de clasificación con base en las frases R de la Unión Europea. El esquema será más simple si solo se utiliza una clasificación o si el grupo de peligro es suministrado por el proveedor como información esencial en la etiqueta).

TABLA 2. Determinación del grupo de peligro a partir de las definiciones de la clasificación

Grupo de riesgo	Frases R	Clasificación de riesgos GHS
-----------------	----------	------------------------------

A	R36, R38, R65, R66 Todos los polvos y vapores no localizados en otros grupos	Toxicidad aguda (letalidad), cualquier ruta, clase 5 Iritación de la piel clase 2 o 3 Iritación ocular clase 2 Todos los polvos y vapores no localizados en otros grupos
B	R20/21/22, R40/20/21/22, R33, R67	Toxicidad aguda (letalidad), cualquier ruta, clase 4 Toxicidad aguda (sistémica), cualquier ruta, clase 2
C	R23/24/25, R34, R35, R37, R39/23/24/25, R41, R43, R48/20/21/22	Toxicidad aguda (letalidad), cualquier ruta, clase 3 Toxicidad aguda (sistémica), cualquier ruta, clase 1 Corrosividad, subclase 1A, 1B o 1C Iritación ocular clase 1 Iritación del sistema respiratorio (deben acordarse criterios GHS) Sensibilización de la piel Toxicidad por exposición repetida, cualquier ruta, clase 2
D	R48/23/24/25, R26/27/28, R39/26/27/28, R40 Carc. Cat. 3, R60, R61, R62, R63, R64	Toxicidad aguda (letalidad), cualquier ruta, clase 1 o 2 Carcinogenicidad clase 2 Toxicidad por exposición repetida, cualquier ruta, clase 1 Toxicidad reproductiva clase 1 o 2
E	R40 Muta. Cat. 3, R42, R45, R46, R49	Mutagenicidad clase 1 o 2 Carcinogenicidad clase 1 Sensibilización respiratoria
S	R21, R24, R27, R34, R35, R36, R38, R40/21, R39/24, R39/27, R41, R43, R66, Sk	Toxicidad aguda (letalidad), ruta dérmica solamente, clase 1, 2, 3 o 4 Toxicidad aguda (sistémica), ruta dérmica solamente, clase 1 o 2 Corrosividad, subclase 1A, 1B o 1C Iritación de la piel clase 2 Iritación ocular clase 1 o 2 Sensibilización de la piel Toxicidad por exposición repetida, ruta dérmica solamente, clase 1 o 2

Etapa 2. Determinar la escala de uso de las sustancias

Qué tanto se usa una sustancia determina cómo se manipula la misma y afecta la magnitud de la exposición a ella. Se requiere identificar la cantidad de la sustancia que se maneja por

lote (o por día en procesos continuos). Utilice esta información en la Tabla 3 para ver si el uso es pequeño, mediano o alto y regístrelo en la hoja de verificación.

TABLA 3. Cantidad que se utiliza de la sustancia (por lote o por día)

Cantidad	Sólido		Líquido	
	Peso	Normalmente recibido en	Volumen	Normalmente recibido en
Baja	Gramos	Paquetes o botellas	Mililitros	Botellas
Mediana	Kilogramos	Barriles o tambores	Litros	Tambores
Alta	Toneladas	A granel	Metros cúbicos	A granel

Etapa 3. Determinar la capacidad de la sustancia de introducirse en el aire

La forma física de una sustancia química afecta su probabilidad de entrar el aire. Para definir este aspecto, en este esquema se utiliza la capacidad de convertirse en polvo para los sólidos y la volatilidad para los líquidos. Mientras más polvoriento o volátil sea la sustancia, mayor será la posibilidad de entrar al aire. Puede ser posible reducir la cantidad de la sustancia que se introduce al aire comprándola y utilizándola en una forma diferente, como por ejemplo: reemplazar los polvos finos por perdigones o bolitas o por gránulos menos polvorientos; utilizar líquidos a una temperatura menor.

3a: Sólidos

La capacidad de formar polvos de los materiales sólidos se clasifica en baja, media o alta. Si se utiliza un sólido, encuentre enseguida la descripción que mejor describe la sustancia que está utilizando y regístrela en la lista de verificación:

- **Baja:** Sólidos en forma de bolita o perdigón que se parten. Se observa poco polvo durante su utilización, tales como bolitas de PVC, escamas enceradas.
- **Media:** Sólidos cristalinos, granulares. Cuando se utilizan se observa polvo, pero éste se asienta rápidamente. El polvo queda sobre las superficies después de usarlo, tal como el jabón en polvo.
- **Alta:** polvos finos, livianos. Cuando se utiliza la sustancia se puede observar la formación de nubes de polvo que permanecen en el aire por varios minutos, como por ejemplo: cemento, negro de carbón, polvo de tiza.

3b: Líquidos

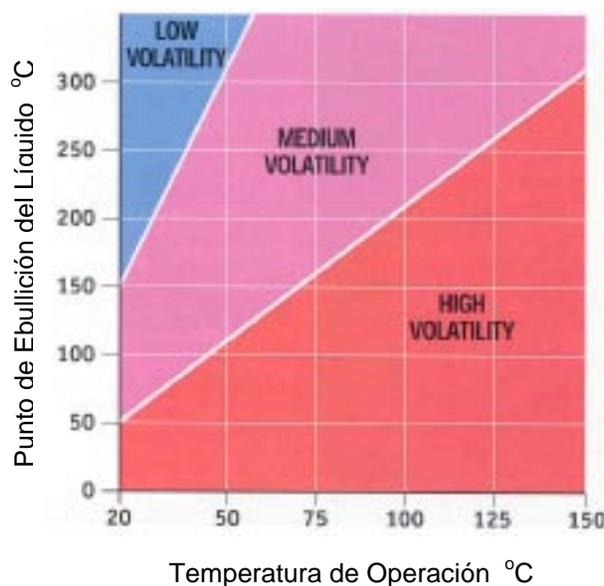
Para calcular la volatilidad de un líquido, se requiere encontrar el punto de ebullición de la sustancia en la hoja de datos de seguridad del material (MSDS). Normalmente se encuentra en la Sección 9 de ésta. Este esquema clasifica la volatilidad en baja, media o alta. Para tareas que se llevan a cabo a temperatura ambiente, compare el punto de ebullición con los

rangos que aparecen enseguida y registre en la hoja de verificación la descripción que mejor concuerda.

- Alto: Punto de ebullición menor a 50°C.
- Medio: Punto de ebullición entre 50 y 150°C.
- Bajo: Punto de ebullición mayor a 150°C.

Para labores llevadas a cabo a temperaturas por encima de la temperatura ambiente, se debe conocer la temperatura del proceso en adición al punto de ebullición. Estos dos datos se usan para decidir la volatilidad a partir de la gráfica que se muestra enseguida. Lea en dirección horizontal desde el punto de ebullición y hacia arriba desde la temperatura del proceso. La sección en la que las dos líneas se encuentran en la gráfica le dirán la volatilidad. Si cae en una línea divisoria, seleccione la mayor volatilidad.

Gráfica para seleccionar la volatilidad de un líquido



Etapa 4. Seleccionar el abordaje de control

A estas alturas, la hoja de verificación contiene toda la información necesaria para determinar cómo controlar la sustancia. El abordaje de control se encuentra en la Tabla 4 yendo primero al grupo de peligro al que pertenece la sustancia. Lea en forma horizontal desde la escala de uso hacia la columna apropiada de volatilidad/capacidad de formar polvo. El número en la casilla identifica el abordaje del control. Registre este número en la hoja de verificación.

- Si la sustancia es un plaguicida, vaya directamente a la etapa 5 y siga el consejo en las tarjetas de control que se adaptan mejor en lo que usted está haciendo.

- Si la sustancia no es un plaguicida, pero está en el grupo de peligro A a E, utilice la información registrada en la hoja de verificación para identificar en la Tabla 4 el abordaje de control requerido.
 - Primero, lea el grupo de peligro de la hoja de verificación y encuentre la parte de la Tabla 4 que aplica a ese grupo de peligro. (La Tabla está dividida en 5 secciones, una para cada una de las bandas de riesgo de la A a la E).
 - Segundo, encuentre la fila para la cantidad utilizada dentro de la respectiva parte de la Tabla 4.
 - Finalmente, lea horizontalmente esa fila hasta que alcance la descripción de volatilidad o capacidad de formar polvo que se registró en la hoja de verificación. El número en la casilla indica el abordaje del control que se requiere. Registre este número en la hoja de verificación.
- Si la sustancia también tiene registrado un grupo de peligro S (piel), utilice esto en la etapa 5 para encontrar las hojas de orientación para el control que aplican.

TABLA 4. Selección del abordaje de control

Cantidad de uso	Bajo polvo o volatilidad	Mediana volatilidad	Mediano Polvo	Alto polvo o volatilidad
Grupo de Peligro A				
Baja	1	1	1	1
Media	1	1	1	2
Alta	1	1	2	2
Grupo de Peligro B				
Baja	1	1	1	1
Media	1	2	2	2
Alta	1	2	3	3
Grupo de Peligro C				
Baja	1	2	1	2
Media	2	3	3	3
Alta	2	4	4	4
Grupo de Peligro D				
Baja	2	3	2	3
Media	3	4	4	4
Alta	3	4	4	4
Grupo de Peligro E				
Para todas las sustancias de este grupo seleccione el abordaje de control 4				

Etapa 5. Encontrar la(s) hoja(s) específicas por tarea de orientación de control.

Con su hoja de verificación usted debe haber identificado la sustancia que está manipulando como un plaguicida o habrá identificado un abordaje de control 1 a 4. También podría haber identificado la necesidad de protección de la piel. Para cada una de las necesidades de control identificadas, vaya a la sección que corresponda enseguida para hallar las hojas de orientación que requiere.

Plaguicidas

Si el material se ha identificado como un plaguicida, encuentre en la Tabla 5 la(s) hoja(s) de control de tarea que mejor describa(n) la tarea o tareas que usted está realizando.

TABLA 5. Hojas de orientación de tareas de plaguicidas

Descripción de la tarea	Hoja de control de la tarea
Dilución de concentrado	P100
Aplicación (rociado o espolvoreado)	P101
Fumigación	P102
Uso de cebos tóxicos	P103
Disposición de envases usados	P104

Abordaje de control 1 a 4

La Tabla 6 contiene el índice de hojas de orientación de tarea para los abordajes de control 1 a 4. Para cada uno de estos existe un hoja general que presenta los principios del abordaje de control y un juego específico de hoja(s) de orientación para actividades o procesos comunes. Para utilizar la Tabla 6, vaya a la sección de la tabla que mejor concuerda con el abordaje de control identificado en su hoja de verificación y busque hacia abajo el índice de tareas. Seleccione la(s) hoja(s) de tarea que describa(n) mejor la tarea o tareas que usted está llevando a cabo. Si no puede encontrar una hoja que concuerde con lo que usted está haciendo, seleccione la hoja general del abordaje de control y aplique los principios descritos a su tarea particular. Por ejemplo, si con su hoja de verificación identifica que necesita aplicar el abordaje de control 2, vaya a la sección 2 de la Tabla 6 y busque hacia abajo el índice de hojas en la serie 200. Si usted está pesando polvos, encontrará que aplica la hoja de tarea 211, pero si está haciendo algo que no aparece en la lista, usted debe utilizar la hoja general de tarea 200.

TABLA 6. Hojas de orientación de tareas

Descripción de la tarea	Hoja de control de la tarea
Abordaje de control 1	
Principios generales	100
Almacenamiento de sacos, botellas y tambores	101
Almacenamiento a granel	102
Remoción de desperdicios de la unidad de filtración del aire	103
Abordaje de control 2	

Principios generales	200
Armario o banco de trabajo ventilado	201
Caseta o cabina ventilada	202
Remoción de desperdicios de la unidad de filtración del aire	203
Transferencia de cinta transportadora	204
Llenado de sacos	205
Vaciado de sacos	206
Cargar reactor o mezclador desde saco o barril	207
Vaciado de contenedores intermedios de granel	208
Llenado de tambores	209
Vaciado de tambor con una bomba	210
Pesado de sólidos	211
Mezclado de líquidos con líquidos o sólidos	212
Mezclado de sólidos	213
Cribado (tamizaje)	214
Revisado	215
Pintura de rocío (<i>spray</i>)	216
Baño de enchape	217
Baño de desengrasado a vapor	218
Horno de secado de bandejas	219
Poner en plataformas	220
Prensado de tabletas	221
Abordaje de control 3	
Principios generales	300
Caja de guantes	301
Remoción de desperdicios de una unidad de extracción	302
Transferencia de sólidos	303
Vaciado de sacos de alto rendimiento	304
Llenado de tambores	305
Vaciado de tambores	306
Vaciado y llenado de contenedores intermedios de granel (sólidos)	307
Vaciado y llenado de contenedores intermedios de granel (líquidos)	308
Vaciado y llenado de tanques (sólidos)	309
Vaciado y llenado de tanques (líquidos)	310
Llenado de barriles	311
Transferencia de líquidos con una bomba	312
Llenado de envases pequeños (paquetes y botellas)	313
Pesado de sólidos utilizando una celda de carga	314
Pesado de líquidos utilizando una celda de carga	315
Mezclado de sólidos	316
Mezclado de líquidos con líquidos o sólidos	317
Baño de desengrasado al vapor	318

Abordaje de control 4	
Principios generales	400

Protección dérmica y respiratoria

Si la sustancia se ha clasificado en el grupo de peligro de piel (S), entonces necesita leer la hoja Sk100.

Si usted está realizando una tarea para la cual las hojas de orientación sugieren el uso de protección respiratoria, entonces debe mirar la hoja R100.

TABLA 7. Hojas de orientación para piel y aparato respiratorio

	Hoja de control de la tarea
Cómo reducir el contacto dérmico con sustancias peligrosas	Sk100
Selección y uso de equipo de protección respiratoria	R100

Cuestiones de seguridad y de protección ambiental

Las series de hojas de orientación de tarea están diseñadas para proteger la salud humana contra los efectos nocivos causados por exposiciones altas a sustancias peligrosas. Muchas sustancias, sin embargo, también pueden causar daño al quemarse, o puede dañar el ambiente si escapan de la fábrica. El equipo utilizado para procesar las sustancias también pueden lesionarlo a usted. Cuando ha sido apropiado, en las hojas de orientación de las tareas se han identificado las necesidades en cuanto a inflamabilidad y explosividad.

Para protegerlo a usted del daño a causa de la maquinaria las hojas de orientación a menudo lo refieren a un sistema de trabajo denominado “permiso de trabajo” para actividades de mantenimiento. Una de las características clave de un sistema de permisos de trabajo es un sistema de control de bloqueo y etiquetado, que previene la operación de la maquinaria mientras se hace el mantenimiento. Las características principales de este sistema se describen en la hoja S100.

Si se descargan materiales de desecho en el suelo, el aire o el agua, las hojas de control de tarea E100, E200 y E300 pueden ser útiles dado que ellas contienen orientación sobre cómo reducir las emisiones dañinas. La Tabla 8 lista las hojas de orientación de tarea de seguridad y ambiente.

TABLA 8. Hojas de control de tarea de seguridad y ambiente

Descripción de la hoja	Hoja de control de la tarea
Seguridad	
Características esenciales de un sistema de bloqueo y etiquetado	S100
Ambiente	

Control de emisiones al aire	E100
Control de emisiones al agua	E200
Disposición segura de desechos sólidos	E300

Anexo 1A.

Lista de Verificación de la Caja de Herramientas de Control Químico

Descripción de la tarea:

Fecha:

¿Es el material un plaguicida? Sí / No

Si la respuesta es afirmativa:

Hojas de tarea requeridas:

P100	P101	P102	P103	P104
------	------	------	------	------

Si la respuesta es negativa: complete las Etapas 1 a 5

Etapa 1: Bandas de peligro:

Etapa 2: Escala de uso:

Etapa 3: Capacidad de entrar al aire:

Etapa 4. Abordaje de control requerido:

Etapa 5: Hojas de orientación de control específico por tarea

A	B	C	D	E	S
Pequeña		Mediana		Alta	
Pequeña		Mediana		Alta	
100	200	300	400		

Hoja de tarea con riesgo por inhalación	R100		
Hojas de tarea con riesgo dérmico (S)	Sk100		
Hojas de tarea con riesgo ambiental	E100	E200	E300
Hojas de tarea con riesgo de seguridad	S100		

- Nieto O. Caja de herramientas de control químico de la OIT: traducción y adaptación. Buenos Aires: Fundación Iberoamericana de Seguridad y Salud Ocupacional, 2004.
- International labor office (ILO). International Chemical Control Toolkit. Ginebra. Suiza, 2004. Versión electrónica: http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/main_guide.pdf

Apéndice 4. Enlaces de Interés Relacionados con el tema de la Guía

Fichas de Seguridad Sustancias Químicas:

www.cisproquim.org.co

www.fichasdeseguridad.com

www.mtas.es/insht/ipcsnspn/spanish.htm

<http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/cis/products/icsc/dtasht/>

Sistema Globalmente Armonizado Naciones Unidas

www.unece.org/trans/danger/publi/ghs/ghs_rev01/01files_e.html

Agencia Internacional para la Investigación en Cáncer

www.iarc.fr/

Agencia Nacional para la prevención de incendios

www.nfpa.org/categoryList.asp?categoryID=218&URL=International/Spanish&cookie%5Ftest=1

Conferencia Americana de Higienistas Industriales

<http://www.acgih.org/home.htm>

Instituto Nacional de Seguridad Ocupacional y Salud de los Estados Unidos

<http://www.cdc.gov/niosh/>

Administración Estatal de Seguridad y Salud Ocupacional de los Estados Unidos

<http://www.osha.gov/as/opa/spanish/index.html>

Fichas técnicas de plaguicidas a prohibir o restringir incluidos en el acuerdo No. 9 de la XVI Reunión del Sector Salud de Centroamérica y República Dominicana (RESSCAD).

<http://www.crid.or.cr/digitalizacion/pdf/spa/doc13777/doc13777.htm>

Guía sobre seguridad y salud en el uso de productos agroquímicos:

www.ilo.org/public/english/protection/safework/training/spanish/download/agrochem.pdf

Vigilancia de las condiciones ambientales en eventos de intoxicaciones, accidentes o emergencias por sustancias químicas – plaguicidas (xenobioticos).

<http://www.dssa.gov.co/download/Guiasplaguicidas.pdf>

Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial.

Guías Ambientales Subsector de Plaguicidas

http://www.minambiente.gov.co/prensa/publicaciones/guias_ambientales/6_otros_sector/43_guias_ambientales_para_el_subsector_plaguicidas.pdf

International Centre for Pesticides and Health Risk Prevention

<http://www.icps.it/English/home-I.htm>

International Chemical Control Toolkit" o "Caja de Herramientas de Control Químico" de la Organización Internacional del Trabajo (OIT).

http://www.oit.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/pesticides.htm

Apéndice 5. Ficha de notificación obligatoria de eventos.

 <p>INSTITUTO NACIONAL DE SALUD</p>	<p>SISTEMA NACIONAL DE VIGILANCIA EN SALUD PÚBLICA SUBSISTEMA DE INFORMACIÓN FICHA DE NOTIFICACIÓN DE DATOS BÁSICOS</p>	<p>Ministerio de la Protección Social República de Colombia</p>	 <p>Libertad y Orden</p>												
1. INFORMACIÓN GENERAL															
V.2007,1															
1.1. NOMBRE DEL EVENTO:		1.2. FECHA DE NOTIFICACIÓN:													
		<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="border: 1px solid black; width: 25px; height: 25px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 25px; height: 25px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 25px; height: 25px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 25px; height: 25px;"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; font-size: 8px;">CÓDIGO</td> <td style="text-align: center; font-size: 8px;">DÍA</td> <td style="text-align: center; font-size: 8px;">MES</td> <td style="text-align: center; font-size: 8px;">AÑO</td> </tr> </table>						CÓDIGO	DÍA	MES	AÑO				
CÓDIGO	DÍA	MES	AÑO												
1.3. SEMANA*:	1.4. AÑO:	1.5. DEPARTAMENTO QUE NOTIFICA:	1.6. MUNICIPIO QUE NOTIFICA:												
* EPIDEMIOLOGICA	AÑO														
1.7. RAZÓN SOCIAL DE LA UNIDAD PRIMARIA GENERADORA DEL DATO (UPGD):		1.8. CÓDIGO DE LA UPGD:													
		<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="border: 1px solid black; width: 25px; height: 25px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 25px; height: 25px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 25px; height: 25px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 25px; height: 25px;"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; font-size: 8px;">DEPTO.</td> <td style="text-align: center; font-size: 8px;">MUNICIPIO.</td> <td style="text-align: center; font-size: 8px;">CÓDIGO</td> <td style="text-align: center; font-size: 8px;">SUB.</td> </tr> </table>						DEPTO.	MUNICIPIO.	CÓDIGO	SUB.				
DEPTO.	MUNICIPIO.	CÓDIGO	SUB.												
2. IDENTIFICACIÓN DEL PACIENTE															
2.1. PRIMER NOMBRE DEL PACIENTE:		2.2. SEGUNDO NOMBRE DEL PACIENTE:													
2.3. PRIMER APELLIDO:		2.4. SEGUNDO APELLIDO:													
2.5. TIPO DE IDENTIFICACIÓN:			2.6. NÚMERO DE IDENTIFICACIÓN:												
<input type="checkbox"/> RC ⁽¹⁾ REGISTRO <input type="checkbox"/> TI ⁽²⁾ T. DE ID. <input type="checkbox"/> CC ⁽³⁾ C.C. <input type="checkbox"/> CE ⁽⁴⁾ C. EXTRANJERÍA <input type="checkbox"/> PA ⁽⁵⁾ PASAPORTE <input type="checkbox"/> MS ⁽⁶⁾ MENOR SIN ID. <input type="checkbox"/> AS ⁽⁷⁾ ADULTO SIN ID.															
2.7. EDAD:	2.8. UNIDAD DE MEDIDA DE LA EDAD:		2.9. SEXO:												
	<input type="checkbox"/> 1 AÑOS <input type="checkbox"/> 2 MESES <input type="checkbox"/> 3 DÍAS <input type="checkbox"/> 4 HORAS <input type="checkbox"/> 5 MINUTOS		<input type="checkbox"/> M ⁽¹⁾ MAS. <input type="checkbox"/> F ⁽²⁾ FEM.												
2.10. PAÍS DE PROCEDENCIA DEL CASO:															
2.11. DEPARTAMENTO/MUNICIPIO DE PROCEDENCIA DEL CASO:		2.12. ÁREA DE PROCEDENCIA DEL CASO:													
<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="border: 1px solid black; width: 25px; height: 25px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 25px; height: 25px;"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; font-size: 8px;">DEPTO.</td> <td style="text-align: center; font-size: 8px;">MUNICIPIO</td> </tr> </table>				DEPTO.	MUNICIPIO	<input type="checkbox"/> 1 CABECERA MUNICIPAL <input type="checkbox"/> 2 CENTRO POBLADO <input type="checkbox"/> 3 RURAL DISPERSO									
DEPTO.	MUNICIPIO														
2.13. BARRIO-V/LOCALIDAD PROCEDENCIA															
2.14. DIRECCIÓN RESIDENCIA DEL PACIENTE		2.15. OCUPACIÓN DEL PACIENTE:													
		<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="border: 1px solid black; width: 25px; height: 25px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 25px; height: 25px;"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; font-size: 8px;">CÓDIGO</td> <td style="text-align: center; font-size: 8px;">CÓDIGO</td> </tr> </table>				CÓDIGO	CÓDIGO								
CÓDIGO	CÓDIGO														
2.16. TIPO DE RÉGIMEN EN SALUD:		2.17. NOMBRE ADMINISTRADORA:													
<input type="checkbox"/> 1 CONTRIBUTIVO <input type="checkbox"/> 2 SUBSIDIADO <input type="checkbox"/> 3 EXCEPCIÓN <input type="checkbox"/> 4 ESPECIAL <input type="checkbox"/> 5 NO AFILIADO															
2.18. PERTENENCIA ÉTNICA:		2.19. GRUPO POBLACIONAL:													
<input type="checkbox"/> 1 INDÍGENA <input type="checkbox"/> 5 AFRO COLOMBIANO <input type="checkbox"/> 6 NINGUNO ANTERIORES		<input type="checkbox"/> 9 DESPLAZADOS <input type="checkbox"/> 13 MIGRATORIOS <input type="checkbox"/> 14 CARCELARIOS <input type="checkbox"/> 5 OTROS GRUPOS POBLACIONALES													
3. NOTIFICACIÓN															
3.1. DEPARTAMENTO/MUNICIPIO DE RESIDENCIA DEL PACIENTE:		3.2. FECHA DE CONSULTA:													
<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="border: 1px solid black; width: 25px; height: 25px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 25px; height: 25px;"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; font-size: 8px;">DEPTO.</td> <td style="text-align: center; font-size: 8px;">MUNICIPIO</td> </tr> </table>				DEPTO.	MUNICIPIO	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="border: 1px solid black; width: 25px; height: 25px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 25px; height: 25px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 25px; height: 25px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 25px; height: 25px;"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; font-size: 8px;">DÍA</td> <td style="text-align: center; font-size: 8px;">MES</td> <td style="text-align: center; font-size: 8px;">AÑO</td> <td style="text-align: center; font-size: 8px;">AÑO</td> </tr> </table>						DÍA	MES	AÑO	AÑO
DEPTO.	MUNICIPIO														
DÍA	MES	AÑO	AÑO												
3.3. INICIO DE SINTOMAS:		3.4. CLASIFICACIÓN INICIAL DEL CASO:													
<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="border: 1px solid black; width: 25px; height: 25px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 25px; height: 25px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 25px; height: 25px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 25px; height: 25px;"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; font-size: 8px;">DÍA</td> <td style="text-align: center; font-size: 8px;">MES</td> <td style="text-align: center; font-size: 8px;">AÑO</td> <td style="text-align: center; font-size: 8px;">AÑO</td> </tr> </table>						DÍA	MES	AÑO	AÑO	<input type="checkbox"/> 1 SOSPECHOSO <input type="checkbox"/> 2 PROBABLE <input type="checkbox"/> 3 CONF. LABORATORIO <input type="checkbox"/> 4 CONF. CLÍNICA <input type="checkbox"/> 5 CONF. NEXO EPIDEMIOLOGICO					
DÍA	MES	AÑO	AÑO												
3.5. HOSPITALIZADO:		3.6. FECHA DE HOSPITALIZACIÓN:													
<input type="checkbox"/> 1 SÍ <input type="checkbox"/> 2 NO		<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="border: 1px solid black; width: 25px; height: 25px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 25px; height: 25px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 25px; height: 25px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 25px; height: 25px;"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; font-size: 8px;">DÍA</td> <td style="text-align: center; font-size: 8px;">MES</td> <td style="text-align: center; font-size: 8px;">AÑO</td> <td style="text-align: center; font-size: 8px;">AÑO</td> </tr> </table>						DÍA	MES	AÑO	AÑO				
DÍA	MES	AÑO	AÑO												
3.7. CONDICIÓN FINAL:		3.8. FECHA DE DEFUNCIÓN:													
<input type="checkbox"/> 1 VIVO <input type="checkbox"/> 2 MUERTO		<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="border: 1px solid black; width: 25px; height: 25px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 25px; height: 25px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 25px; height: 25px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 25px; height: 25px;"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; font-size: 8px;">DÍA</td> <td style="text-align: center; font-size: 8px;">MES</td> <td style="text-align: center; font-size: 8px;">AÑO</td> <td style="text-align: center; font-size: 8px;">AÑO</td> </tr> </table>						DÍA	MES	AÑO	AÑO				
DÍA	MES	AÑO	AÑO												
3.9. NOMBRE DEL PROFESIONAL QUE DILIGENCIÓ LA FICHA:															
ESPACIO PARA USO EXCLUSIVO DE LOS ENTES TERRITORIALES - AJUSTES															
A. SEGUIMIENTO Y CLASIFICACIÓN FINAL DEL CASO:			B. FECHA DEL AJUSTE:												
<input type="checkbox"/> 0 NO APLICA <input type="checkbox"/> 3 CONF. LABORATORIO <input type="checkbox"/> 4 CONF. CLÍNICA <input type="checkbox"/> 5 CONF. NEXO EPIDEMIOLOGICO <input type="checkbox"/> 6 DESCARTADO <input type="checkbox"/> 7 OTRA ACTUALIZACIÓN			<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="border: 1px solid black; width: 25px; height: 25px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 25px; height: 25px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 25px; height: 25px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 25px; height: 25px;"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; font-size: 8px;">DÍA</td> <td style="text-align: center; font-size: 8px;">MES</td> <td style="text-align: center; font-size: 8px;">AÑO</td> <td style="text-align: center; font-size: 8px;">AÑO</td> </tr> </table>					DÍA	MES	AÑO	AÑO				
DÍA	MES	AÑO	AÑO												

correo-e: sivigila@ins.gov.co

<<DATOS BÁSICOS>>

Información... ¡para la Acción!



INTOXICACIONES

V.2007,1			RELACIÓN CON DATOS BÁSICOS		
A. NOMBRES Y APELLIDOS DEL PACIENTE				B. TIPO DE ID.*	C. No. DE IDENTIFICACIÓN
* TIPO DE ID: 1 - RC : REGISTRO CIVIL 2 - TI : TARJETA DE ID 3 - CC : CÉDULA CIUDADANÍA 4 - CE : CÉDULA EXTRANJERÍA 5 - PA : PASAPORTE 6 - MS : MENOR SIN ID 7 - AS : ADULTO SIN ID					

4. DATOS DE LA EXPOSICIÓN					
4.1. INTOXICACIÓN POR:					
<input type="checkbox"/> 1 PLAGUICIDAS	<input type="checkbox"/> 2 FÁRMACOS	<input type="checkbox"/> 3 METANOL	<input type="checkbox"/> 4 SOLVENTES	<input type="checkbox"/> 5 METALES PESADOS	<input type="checkbox"/> 6 OTRAS SUSTANCIAS TÓXICAS
4.2. NOMBRE DEL PRODUCTO:					
4.3. TIPO DE EXPOSICIÓN:					
<input type="checkbox"/> 1 OCUPACIONAL	<input type="checkbox"/> 2 ACCIDENTAL	<input type="checkbox"/> 3 INTENCIONAL SUICIDA	<input type="checkbox"/> 4 INTENCIONAL HOMICIDA	<input type="checkbox"/> 5 REACCIÓN ADVERSA	<input type="checkbox"/> 6 DESCONOCIDA
4.4. ACTIVIDAD REALIZADA EN EL MOMENTO DE LA EXPOSICIÓN A PLAGUICIDAS: (MARQUE CON UNA "X" UNA Ó MÁS)					
<input type="checkbox"/> 1 PRODUCCION, FORMULACION, SINTESIS	<input type="checkbox"/> 2 ALMACENAMIENTO - DISTRIBUCION - EXPENDIO	<input type="checkbox"/> 3 APLICACIÓN AGRÍCOLA	<input type="checkbox"/> 4 APLICACIÓN EN SALUD PÚBLICA	<input type="checkbox"/> 5 APLICACIÓN DOMICILIARIA	<input type="checkbox"/> 6 TRATAMIENTO HUMANO
<input type="checkbox"/> 7 TRATAMIENTO VETERINARIO	<input type="checkbox"/> 8 TRANSPORTE	<input type="checkbox"/> 9 MEZCLA - CARGA	<input type="checkbox"/> 10 MANTENIMIENTO DE EQUIPOS	<input type="checkbox"/> 11 REENTRADA EN CULTIVO	<input type="checkbox"/> 12 OTROS
4.5. SÍ MARCO LA CASILLA (12) OTROS; EN LA PREGUNTA ANTERIOR ESCRIBA ¿CUÁL?					
4.6. FECHA DE EXPOSICIÓN:		4.7. HORA (0 A 24)	4.8. VÍA DE EXPOSICIÓN:		
DIA	MES	ANO	<input type="checkbox"/> 1 RESPIRATORIA	<input type="checkbox"/> 2 ORAL	<input type="checkbox"/> 3 DÉRMICA
			<input type="checkbox"/> 4 OCULAR	<input type="checkbox"/> 5 DESCONOCIDA	<input type="checkbox"/> 6 OTRA
4.9. SÍ MARCO LA CASILLA (6) OTRA; EN LA PREGUNTA ANTERIOR ESCRIBA ¿CUÁL?					

5. OTROS DATOS					
5.1. ESCOLARIDAD:			5.2. ¿EMBARAZO ACTUAL?:		
<input type="checkbox"/> 1 SIN ESCOLARIDAD	<input type="checkbox"/> 2 PRIMARIA	<input type="checkbox"/> 3 SECUNDARIA	<input type="checkbox"/> 4 UNIVERSITARIA	<input type="checkbox"/> 1 sí	<input type="checkbox"/> 2 NO
5.3. VÍNCULO LABORAL:		5.4. ¿AFILIADO A.R.P.?:		5.5. NOMBRE A.R.P.:	
<input type="checkbox"/> 1 FORMAL	<input type="checkbox"/> 2 INFORMAL	<input type="checkbox"/> 3 NINGUNO	<input type="checkbox"/> 1 sí	<input type="checkbox"/> 2 NO	 CÓDIGO
5.6. ESTADO CIVIL:					
<input type="checkbox"/> 1 SOLTERO	<input type="checkbox"/> 2 CASADO	<input type="checkbox"/> 3 UNIÓN LIBRE	<input type="checkbox"/> 4 VIUDO	<input type="checkbox"/> 5 DIVORCIADO	

6. SEGUIMIENTO					
6.1. SITUACIÓN DE ALERTA:		6.2. INVESTIGACIÓN EPIDEMIOLÓGICA DE BROTE:		6.3. FECHA DE INVESTIGACIÓN:	
<input type="checkbox"/> 1 sí	<input type="checkbox"/> 2 NO	<input type="checkbox"/> 1 sí	<input type="checkbox"/> 2 NO	DIA	MES
				ANO	
6.5. NOMBRE DEL RESPONSABLE:			6.4. FECHA DE INFORME:		
			DIA	MES	ANO
			6.6. TELÉFONO MÓVIL O FIJO:		

INTOXICACIONES

Apéndice 6. Matriz de responsabilidades.

Las recomendaciones que se presentaron a lo largo del documento se resumen de manera esquemática en la siguiente matriz funcional de responsabilidades, cuyo alcance está definido por la legislación Nacional. Las responsabilidades se orientan a las entidades del sistema de seguridad social del régimen contributivo asalariado, sin embargo, ellas aplican a las entidades equivalentes de los otros regímenes y pueden ser acogidas por ellos.

Para aquellas recomendaciones en las cuales la implementación sea objeto de una sola disciplina, se especifica el profesional que interviene, pero para aquellas recomendaciones en las que puedan participar distintos áreas del conocimiento se utilizó la sigla **SGC**, que significa que los profesionales responsables de implementar las recomendaciones estarán establecidos por los estándares de calidad determinados por el sistema.

FASE FUNCIONAL	RECOMENDACIÓN	EV/GR	ENT	PROF
Identificación de peligros y evaluación de riesgos	Para identificar la posible exposición a PIC Se recomienda realizar las siguientes actividades: <ul style="list-style-type: none"> • Inventario detallado de PIC y agentes asociados. • Revisión de las fuentes de información. • Inventario de procesos. • Identificación de las circunstancias de exposición de la fuerza laboral e • Identificación de los sistemas de control existentes. 	3/ C	EMPRESA – ASESORÍA ARP	SGC
	El método recomendado para evaluar cualitativamente la exposición aérea a los PIC, valorar subjetivamente el riesgo por su potencial exposición y establecer las medidas necesarias para el control de la operación específica, es el "International Chemical Control Toolkit" o "Caja de Herramientas de Control Químico" de la Organización Internacional del Trabajo (OIT). Ver apéndice 3.	3/ C	EMPRESA – ASESORÍA ARP	SGC
	Para la determinación cuantitativa de los PIC en los ambientes de trabajo, se recomiendan los métodos analíticos de de NIOSH y OSHA, por su especificidad y sensibilidad. Por ejemplo para el: Diclorvos, el método recomendado es el OSHA 62, para el Clorpirifos es el OSHA62, para el Diazinon, el	4/ C	EMPRESA – ASESORÍA	Higienista industria

FASE FUNCIONAL	RECOMENDACIÓN	EV/GR	ENT	PROF
	<p>NIOSH 5600 y para el Carbaril el OSHA 63, Se recomienda el método NIOSH 0500 (partículas no reguladas de otra forma), para conocer la concentración de los plaguicidas en aire cuando estos se encuentran en estado sólido, como polvos o gránulos y cuya composición y el valor limite permisibles sean conocidos.</p>		ARP	1.
	<p>Se recomienda tener en cuenta los valores umbrales límites, concentración del PIC en aire o TLV (por sus siglas en inglés) establecidos por la ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists) los cuales son aceptados en Colombia según la Resolución 2400 de 1979 expedida por el anterior Ministerio de Trabajo y Seguridad Social (hoy Ministerio de la Protección Social).</p> <p>Estos valores de concentración en aire son revisados con una periodicidad anual y deberán tenerse en cuenta los cambios vigentes a la fecha de su aplicación.</p>	4/ C	EMPRESA - ASESORÍA ARP	SGC
	<p>Se recomienda, por su sencillez, para estimar la exposición por vía dérmica, se recomienda, el modelo propuesto por el Instituto Nacional Francés para la Investigación de la Seguridad (INRS por sus siglas en francés), el cual considera los siguientes aspectos:</p> <p>a) Grado de severidad del efecto tóxico de la sustancia. b) Parte del cuerpo en contacto con la sustancia y c) Tiempo de la exposición.</p>	4/ C	EMPRESA - ASESORÍA ARP	SGC
	<p>Para estimar la exposición dérmica de los trabajadores a los PIC se recomienda el uso del método directo <i>in situ</i> basado en el uso de trazadores fluorescentes y detección mediante luz UV, denominado Video Imaging Technique for Assessment of Exposure (VITAE). El método es útil para identificar los mecanismos por los cuales se contamina el trabajador, verificar la eficacia de los elementos de protección personal y el seguimiento de las prácticas de trabajo seguro. Provee información sobre los segmentos del cuerpo que contribuyen más a la exposición dérmica.</p>	3/ C	EMPRESA - ASESORÍA ARP	SGC
	<p>Se recomienda realizar evaluaciones de la exposición dérmica ocupacional en los trabajadores:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Como punto de referencia, en todas las circunstancias donde se haya identificado la exposición a PIC en el trabajador y teniendo en cuenta los aspectos contemplados en la estrategia de identificación, según la recomendación 7.1.1 de la presente guía. • Cada vez que se presenten modificaciones en los procesos productivos que impliquen la 	4/ C	EMPRESA - ASESORÍA ARP	SGC

FASE FUNCIONAL	RECOMENDACIÓN	EV/GR	ENT	PROF
	<p>manipulación de PIC:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Para justificar técnicamente la adquisición de los equipos de protección personal. • Como prueba de eficiencia de los elementos de protección personal. • Cuando se sospeche o se identifiquen patologías relacionadas con la exposición a PIC. 			
Intervenciones para el control de los factores de riesgo	Se recomienda utilizar como estrategia para la validación de resultados de la exposición a PIC, los grupos de exposición similar (GES) de acuerdo con lo que se presentó en la recomendación 7.2.1 y en los diagramas de flujo 2 y 3.	4/C	EMPRES A – ASESORÍ A ARP	SGC
	<p>El enfoque actualmente recomendado para el control de riesgos químicos asociados con el desenlace de enfermedades profesionales derivadas de la exposición a los PIC, se basa en la aplicación de estrategias de control a nivel de la fuente, el medio y el receptor. Dentro de estas se identifican prioritariamente: los controles en la fuente, en el medio y en el receptor como lo menciona la recomendación 7.2.2</p> <p>Este enfoque incluye actividades de ingeniería y actividades administrativas, las cuales deben hacer parte de un programa integral de higiene y seguridad ocupacional.</p> <p>Adicionalmente, se sugiere la consulta de las Guías Ambientales para el sector de plaguicidas disponible en la dirección: http://www.minambiente.gov.co/prensa/publicaciones/publicaciones.htm</p>	4/C	EMPRES A – ASESORÍ A ARP	SGC
	Se recomienda que el programa integral de control y reducción de la exposición de los trabajadores a los PIC incluya la revisión de algunos componentes administrativos y el énfasis en el uso de equipos de protección personal. Ver las acciones del control administrativo (rotación, periodos de reentrada entre otros) y las características de los elementos de protección personal (respiratoria y dérmico) en la recomendación 7.3.3.	4/ C	EMPRES A – ASESORÍ A ARP	SGC
	Las estrategias educativas para trabajadores son una medida que impacta positivamente en la reducción de riesgos por exposición a plaguicidas. Este tipo de programas debe contar con contenidos dirigidos a fortalecer los conceptos de uso y manejo adecuado de plaguicidas deben incluir tópicos mencionados	4/ C	EMPRES A – ASESORÍ A ARP	SGC

FASE FUNCIONAL	RECOMENDACIÓN	EV/GR	ENT	PROF
	en la recomendación 7.3.4			
Vigilancia de la salud de los trabajadores	<p>De acuerdo con el tipo de escenario o industria en la cual se utilicen los PIC, se recomienda incluir en programas de vigilancia médica periódica a todos los trabajadores que tengan exposición directa y frecuente a estos plaguicidas, por ejecución de actividades como manufactura, transporte, almacenamiento, venta o distribución, mezcla y preparación, aplicación, supervisión y disposición final de envases. Los trabajadores que presentan exposición indirecta por desarrollo de actividades ocasionales en áreas fumigadas deben ser incluidos en la vigilancia de acuerdo con la frecuencia y la duración de la actividad que realizan.</p> <p>Debe incluir la evaluación pre ocupacional, de seguimiento y pos ocupacional con énfasis en los sistemas dermatológico, respiratorio y neurológico, así como la realización de niveles de actividad de la colinesterasa</p>	4/ C	EMPRES A – ASESORÍ A ARP	MÉDI CO ESP. S.O.
	<p>La medición de acetilcolinesterasa eritrocitaria es la prueba más específica para efectuar la vigilancia, ya que se correlaciona directamente con el nivel de la enzima presente en Sistema Nervioso Central y puede indicar una absorción acumulativa en periodos prolongados. La periodicidad en su realización depende del grado de exposición y su frecuencia.</p> <p>En casos de exposición permanente durante todo el año, se recomienda una determinación basal de la enzima y posteriormente un seguimiento trimestral de la misma. En exposiciones rotativas se debe realizar una determinación basal de la enzima y otra inmediatamente después de terminada la exposición.</p>	2/B	EMPRES A – ASESORÍ A ARP	SGC
	<p>La vigilancia de trabajadores expuestos a PIC hace necesario tener en cuenta determinados factores particulares del trabajador que en determinada situación pueden incrementar el riesgo de desarrollar efectos adversos para su salud. Dentro de estos se encuentran:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Edad. • Género. • Estado de salud • Condición nutricional 	4/C	EMPRES A – ASESORÍ A ARP	SGC

FASE FUNCIONAL	RECOMENDACIÓN	EV/GR	ENT	PROF
	<ul style="list-style-type: none"> • Factores genéticos • Nivel cultural • Hábitos en el trabajo y medidas de higiene • Exposiciones extra laborales 			
Diagnóstico	<p>Para realizar el diagnóstico de intoxicación aguda por PIC se deben tener en cuenta los siguientes aspectos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Historia de exposición aguda a plaguicida organofosforado o carbamato. • Hallazgos del examen físico compatibles con intoxicación: Miosis, bradicardia, broncorrea, broncoconstricción, sialorrea, hipotensión, diarrea, emesis, alteración del estado de conciencia, depresión respiratoria, convulsiones. • Niveles sanguíneos de colinesterasa eritrocitaria y plasmática. <p>Tener en cuenta que el inicio de la sintomatología puede ser variable de acuerdo con la magnitud de la exposición, la vía de ingreso y el tipo de producto. Sin embargo, la mayoría de manifestaciones se presentan antes de 6 horas.</p> <p>En los escenarios en que no se cuente con laboratorio, el diagnóstico debe realizarse con los hallazgos clínicos y los antecedentes de exposición.</p> <p>El diagnóstico del síndrome intermedio se fundamenta en:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Antecedente de intoxicación aguda por organofosforado. • Compromiso característico de pares craneales y musculatura proximal de extremidades. • Inicio de la sintomatología 24 a 96 horas en promedio después de la intoxicación aguda. • Hallazgos electromiográficos de potenciales de denervación. • Evolución clínica a recuperación en un periodo de 4 a 18 días. <p>El diagnóstico de la neuropatía retardada se hace teniendo en cuenta:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Antecedente de exposición crónica o reciente a organofosforado. 	2/B	ES	MÉDICO

FASE FUNCIONAL	RECOMENDACIÓN	EV/GR	ENT	PROF
	<ul style="list-style-type: none"> • Inicio de los síntomas 2 a 3 semanas y, en algunos casos, meses después de la exposición. • Compromiso distal de extremidades, con aparición de calambres y parestesias y posterior progresión hacia debilidad muscular. • Cambios específicos en los estudios neurofisiológicos. 			
Diagnóstico	<p>La determinación de los niveles de actividad de la enzima acetilcolinesterasa se considera la principal estrategia para clínica para confirmar el diagnóstico de intoxicación aguda. El método electrométrico de Michel es la técnica de laboratorio más apropiada para la detección de la actividad de la acetilcolinesterasa</p> <p>La interpretación se debe hacer correlacionando los valores obtenidos con los datos basales preexposición. En caso de no contar con valores basales se puede realizar la determinación de la actividad y correlacionar con los valores de referencia que ofrece el laboratorio que procesa la muestra. Así mismo tomar muestras posteriores de control y evaluar su comportamiento (ascenso o descenso) en relación con el tiempo.</p> <p>El diagnóstico de intoxicación se establece cuando se encuentra una reducción en el porcentaje de actividad de acetilcolinesterasa superior al 25 a 30%</p>	2/A	ES	MÉDICO
Tratamiento	<p>Para el manejo básico de primeros auxilios, que debe ser realizado en el lugar de trabajo, se recomienda aplicar las medidas presentadas en la recomendación 7.5.1</p> <p>El tratamiento específico de un trabajador intoxicado agudamente con PIC debe ser realizado en una institución de salud y para el mismo se deben tener en cuenta diferentes aspectos de forma paralela:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Manejo de la vía aérea. • Descontaminación. • Antidototerapia. • Control de convulsiones y/o agitación. • Uso de oximas. <p>Una vez hecha la atención inicial del paciente y habiéndolo estabilizado, se debe realizar la respectiva notificación del caso.</p> <p>El síndrome intermedio requiere un tratamiento de soporte con ventilación mecánica asistida con</p>	1+ y 3/A y C	ES - HOSPITALARIO	MÉDICO

FASE FUNCIONAL	RECOMENDACIÓN	EV/GR	ENT	PROF
	<p>monitoreo de función respiratoria y estado ácido básico. En este caso no se obtiene ningún beneficio con la administración de atropina ni oximas.</p> <p>La neuropatía retardada inducida por organofosforados tampoco requiere manejo con atropina ni oximas. El manejo es de soporte, con analgésicos y con fisioterapia.</p> <p>En caso de que se presente una intoxicación con inhibidores de colinesterasa, conjuntamente con otros productos, se recomienda tener en cuenta las anteriores indicaciones y complementar el manejo específico para los otros productos, consultando las “Guías para Manejo de Intoxicaciones” recientemente publicadas por el Ministerio de la Protección Social.</p>			
	<p>El uso de oximas se encuentra recomendado en casos de intoxicación moderada a severa con organofosforados. Su beneficio para estos casos es mejor si el tratamiento se instaura poco tiempo después de la exposición (menos de 24 horas) y si se utilizan en dosis elevadas. Su uso no está indicado para intoxicación por carbamatos.</p>	1 +/-A	ES - HOSPITA LARIO	MEDI CO
Rehabilitación	<p>La rehabilitación del trabajador afectado por polineuropatía periférica debe apuntar a la rehabilitación integral, con acciones simultáneas en:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Promoción de la salud y la prevención de la discapacidad; • Desarrollo, recuperación y mantenimiento funcional; • Integración socio-ocupacional. <p>Los casos se deben identificar y evaluar (diagnóstico, pronóstico funcional ocupacional y formulación del plan de rehabilitación) lo más precozmente posible como base para definir el proceso de rehabilitación integral.</p>	4/C	ARP - EMPRES A	SGC