

62

Directoras del capítulo
*Debra Osindky y
Jeanne Mager Stellman*

Sumario

Minerales	62.2
Productos químicos para la agricultura <i>Gary A. Page</i>	62.7
Plaguicidas	62.9
Directrices de la OMS para la clasificación de los plaguicidas según el riesgo.	62.18

● MINERALES*

Se utilizan minerales en las industrias de la cerámica, el vidrio, la joyería, el aislamiento, la talla de piedra, los abrasivos, los plásticos y otras varias, todas las cuales presentan sobre todo un riesgo por inhalación. También la cantidad y tipo de impurezas contenidas en ellas pueden afectar al riesgo asociado a la inhalación de polvo. El principal motivo de preocupación en las actividades mineras y de producción de minerales es la presencia de sílice y de asbesto. El contenido de sílice en diferentes formaciones de rocas, como la arenisca, el feldespato, el granito y la pizarra, puede variar entre el 20 % y casi el 100 %. Por lo tanto, resulta imprescindible reducir al mínimo la exposición de los trabajadores a las concentraciones de polvo mediante la aplicación de medidas de control estricto.

Para prevenir el desarrollo de enfermedades pulmonares en los trabajadores de la minería se recomienda mejorar los controles técnicos mediante el barrenado en húmedo, la ventilación y la manipulación a distancia. En los casos en que no sean posibles controles técnicos eficaces, es obligado el uso de equipos de protección respiratoria aprobados, incluidos los respiradores. La sustitución industrial de los agentes menos peligrosos puede reducir también la exposición ocupacional. Por último, es fundamental en cualquier programa de prevención la formación de los trabajadores y de las empresas en lo que respecta a los riesgos y medidas de control adecuadas.

Los reconocimientos médicos habituales de los trabajadores expuestos al polvo de minerales deben incluir evaluaciones de los síntomas respiratorios, de las alteraciones de la función pulmonar y de posibles enfermedades neoplásicas. Los trabajadores que presenten los primeros signos de cambios pulmonares han de ser asignados a otros puestos en los que no están expuestos a los riesgos del polvo. Además de los informes individuales de la enfermedad, se deben recopilar datos de grupos de trabajadores para los programas de prevención. En el capítulo *Sistema respiratorio* se ofrecen más detalles acerca de los efectos sobre la salud de varios minerales que se describen en éste.

Apatita (fosfato cálcico)

Presentación y usos. La apatita es un fosfato cálcico natural, normalmente con flúor. Se presenta en la corteza terrestre como mineral de fosfato, y constituye también el principal componente de la estructura ósea de los dientes. Pueden encontrarse depósitos de apatita en Canadá, Europa, Federación Rusa y Estados Unidos.

La apatita se utiliza en cristales de láser y como fuente de fósforo y de ácido fosfórico. También se emplean en la fabricación de fertilizantes.

Riesgos para la salud. El contacto con la piel, la inhalación o la ingestión pueden provocar irritación de la piel, ojos, nariz, garganta o sistema digestivo. El polvo puede contener flúor, causante de efectos tóxicos.

Arcillas (silicatos de aluminio hidratados)

Presentación y usos. La arcilla es un material plástico maleable formado por los residuos procedentes de la desintegración de rocas de silicatos arcillosos por los agentes atmosféricos; normalmente contiene de un 15 a un 20 % de agua y es higroscópica. Se presenta como sedimento en muchas formaciones geológicas en todas partes del mundo, y contiene cantidades variables de feldespato, mica y agregados de cuarzo, calcita y óxido de hierro.

*Adaptado de la 3ª edición de la *Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo*. La revisión incluye información de A. Bruusgaard, L.L. Cash, Jr., G. Donatello, V. D'Onofrio, G. Fararone, M. Kleinfeld, M. Landwehr, A. Meiklejohn, J.A. Pendergrass, S.A. Roach, T.A. Roscina, N.I. Sadkovskaja y R. Stahl.

La calidad de la arcilla depende de la cantidad de alúmina que contiene; así, una buena arcilla de porcelana tiene aproximadamente un 40 % de alúmina, mientras que el contenido de sílice es del 3 al 6 %. Por término medio, el contenido de cuarzo de los depósitos de arcilla está comprendido entre el 10 y 20 %, pero en los peores casos, cuando hay menos alúmina de lo habitual, puede llegar al 50 %. El contenido puede variar dentro de un mismo depósito, y la separación de éstos puede realizarse en el pozo. En su estado plástico, la arcilla se puede moldear o comprimir, pero cuando se somete al fuego se endurece y conserva la forma que se le ha dado.

La arcilla se extrae a menudo a cielo abierto, pero otras veces se extrae de minas subterráneas. En los yacimientos a cielo abierto, el método de extracción depende de la calidad del material y la profundidad del depósito; algunas veces se requiere el uso de herramientas neumáticas manuales, pero, siempre que sea posible, la mina debe estar mecanizada, utilizándose excavadoras, palas mecánicas, cortadoras de arcillas, máquinas dragadoras de profundidad, etc. La arcilla se saca a la superficie con camiones o transportándola por cable. Una vez en la superficie, puede someterse a un proceso preliminar antes de su expedición (secado, triturado, amasado, mezclado, etc.) o venderse tal cual (véase el capítulo *Minas y canteras*). En ocasiones, como ocurre en muchas fábricas de ladrillos, el yacimiento de arcilla está situado junto a la fábrica donde se elaboran los productos terminados.

El material básico para la fabricación de cerámica, ladrillos, tejas y refractarios está formado por diferentes tipos de arcillas. La arcilla puede utilizarse en estado natural en la construcción de diques; *in situ*, algunas veces sirve de cubierta para no dejar escapar gas almacenado en un estrato inferior. Se requiere una ventilación adecuada y controles de ingeniería.

Riesgos para la salud. Las arcillas contienen habitualmente grandes cantidades de sílice libre, por lo que la inhalación crónica puede provocar silicosis. El contacto cutáneo con la arcilla húmeda puede causar sequedad de piel e irritación. Existe un riesgo de silicosis para los trabajadores del subsuelo de minas mecanizadas de arcilla con un elevado contenido de cuarzo y poca humedad natural. En este caso, el factor decisivo no es solamente el contenido de cuarzo, sino también la humedad natural: si éste es inferior al 12 %, es probable que la extracción mecánica genere mucho polvo fino.

Arenisca

Presentación y usos. La arenisca es una roca sedimentaria siliciclástica que consta principalmente de arena, normalmente arena de cuarzo. Suele estar poco cementada y se puede disgregar fácilmente en arena. No obstante, la arenisca fuerte, duradera, en colores marrones y grises, se utiliza como arenisca a medida en paramentos y adornos de edificios, en casas, como piedra de bordillo, en estribos de puentes y en distintos muros de retención. Las areniscas firmes se trituran para su uso como agregados de hormigón, balastos de vías y encachado. No obstante, muchas areniscas comerciales están muy débilmente cementadas y por lo tanto se desmenuzan y utilizan para arena de moldeo y arena para vidrio. La arena para vidrio es el principal ingrediente del vidrio. En la industria del metal, la arena con buenas propiedades de cohesión y refractarias se utiliza para fabricar moldes de formas especiales en los que se vierte el metal fundido.

La arenisca se encuentra en todo el territorio de Estados Unidos: Illinois, Iowa, Minnesota, Missouri, Nueva York, Ohio, Virginia y Wisconsin.

Riesgos para la salud. Los principales riesgos proceden de la exposición al sílice, tema tratado en el capítulo *Sistema respiratorio*.

Asbesto

Presentación y usos. Se agrupan bajo el término *asbesto* un grupo de minerales fibrosos naturales, ampliamente distribuidos por todo el mundo. Dentro de ellos se distinguen dos grupos: el grupo de la serpentina, que incluye el crisotilo, y el de los anfíboles, del que forman parte la crocidolita, la tremolita, la amosita y la antofilita. Los dos grupos se diferencian en la estructura, en las características químicas y superficiales, y en las características físicas de las fibras.

Las propiedades industriales que hicieron de los asbestos un material tan útil en el pasado son la elevada resistencia a la tensión y la flexibilidad de las fibras, así como la resistencia al calor, a la abrasión y a muchas sustancias químicas. Son muchos los productos manufacturados que contienen asbesto, como productos para la construcción, materiales de fricción, fieltro, envases y juntas, baldosas, papel, aislamientos y tejidos.

Riesgos para la salud. La asbestosis, una enfermedad pleural relacionada con los asbestos, el mesotelioma maligno y el cáncer de pulmón son enfermedades específicas asociadas a la exposición al polvo de asbestos. Los cambios fibróticos que caracterizan la neumoconiosis, la asbestosis, son consecuencia de un proceso inflamatorio provocado por las fibras retenidas en el pulmón. Los asbestos se estudian en el capítulo 10, *Aparato respiratorio*.

Bauxita

Presentación y usos. La bauxita es la principal fuente de aluminio. Se trata de una mezcla de minerales formada por la acción de los agentes atmosféricos sobre rocas que contienen aluminio. Las bauxitas constituyen la forma más rica de estas menas alteradas que contienen hasta un 55 % de alúmina. Algunas menas lateríticas (con un porcentaje elevado de hierro) contienen hasta un 35 % de Al_2O_3 . Los depósitos comerciales de bauxita son sobre todo gibbsita ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$) y boehmita ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$), y se encuentran en Australia, Brasil, Francia, Ghana, Guinea, Guayana, Hungría, Jamaica, Surinam. La gibbsita se solubiliza con más rapidez en soluciones de hidróxido sódico que la boehmita, y por lo tanto se prefiere para la producción de alúmina.

La bauxita se extrae a cielo abierto. Las menas más ricas se utilizan tal y como se extraen, y las menas de grado inferior se pueden enriquecer triturando y lavando para retirar los restos de arcilla y sílice.

Riesgos para la salud. Se ha comunicado una grave discapacidad pulmonar en trabajadores dedicados a la fundición de bauxita combinada con carbón, hierro y cantidades muy pequeñas de sílice. La dolencia se conoce como "enfermedad de Shaver". Dado que la contaminación por sílice de las menas con aluminio es habitual, los riesgos para la salud asociados con la presencia de sílice cristalina libre en menas de bauxita se debe considerar un factor causal importante.

Carbón

Presentación y usos. El carbón es un combustible natural, sólido, formado a partir de plantas prehistóricas. Se presenta en capas o vetas en rocas sedimentarias. Las condiciones favorables para la formación natural de carbón se presentaron hace entre 40 y 60 millones de años en la Era Terciaria (formación de carbón blando) y hace más de 250 millones de años en la Era Carbonífera (formación de carbón bituminoso), cuando los bosques de los pantanos se extendieron en un clima cálido y gradualmente se hundieron durante los movimientos geológicos. Los depósitos principales de carbón blando se encuentran en Australia, Europa Oriental, Alemania, Federación Rusa y Estados Unidos. Las principales reservas de carbón bituminoso se encuentran en Australia, China, India, Japón, Federación Rusa y Estados Unidos.

El carbón es una fuente importante de materias primas químicas. Mediante pirólisis o destilación destructiva se obtienen alquitrán de hulla y gases hidrocarbonados, que pueden ser mejorados mediante hidrogenación o metanación a petróleo sintético y gas combustible. La hidrogenación catalítica da lugar a hidrocarburos y gasolina. La gasificación produce monóxido de carbono e hidrógeno (gas sintético), de los que se obtienen amoníaco y otros productos. Mientras que en 1900 el 94 % de las necesidades energéticas mundiales se cubrían con carbón y solamente un 5 % con petróleo y gas natural, el carbón ha sido gradualmente sustituido por combustibles líquidos y gaseosos en todo el mundo.

Riesgos para la salud. Los riesgos de la minería y del polvo de carbón se comentan en los capítulos *Minas y canteras* y *Sistema respiratorio*.

Corindón (óxido de aluminio)

Presentación y usos. El corindón es uno de los principales abrasivos naturales. Tanto el corindón natural como el artificial (óxido de aluminio o esmeril artificial) son relativamente puros. El material artificial se produce a partir de bauxita mediante fusión en un horno eléctrico. Debido a su dureza, el corindón se utiliza para moldear metales, madera, vidrio y cerámica, mediante un proceso de molturación o pulido. Los riesgos para la salud se comentan en otros capítulos de esta *Enciclopedia*.

Erionita

Presentación y usos. La erionita es una zeolita cristalina y fibrosa. Las zeolitas, un grupo de silicatos aluminicos encontrados en las cavidades de las rocas volcánicas, se utilizan en la filtración de agua dura y en el refinado del petróleo. Se encuentra erionita en California, Nevada y Oregón en Estados Unidos, y en Irlanda, Islandia, Nueva Zelanda y Japón.

Riesgos para la salud. La erionita es un cancerígeno humano conocido. La inhalación crónica puede provocar mesotelioma.

Feldespatos

Presentación y usos. Se da con el nombre común de feldespato a un grupo de silicatos de aluminio y sodio, potasio, calcio y bario. Comercialmente, el término se aplica a los feldespatos potásicos de fórmula KAlSi_3O_8 , normalmente con un bajo contenido de sodio. Se encuentra feldespato en Estados Unidos. Se utiliza en alfarería, esmaltes y cerámica, vidrio, jabones, abrasivos, cementos y hormigones. El feldespato sirve de unión en ruedas abrasivas, y se utiliza en compuestos aislantes, materiales embreados para tejados y fertilizantes.

Riesgos para la salud. La inhalación crónica puede provocar silicosis debido a la presencia de cantidades sustanciales de sílice libre. Asimismo el feldespato puede contener óxido sódico irritante (espatos de sosa), óxido potásico (espatos de potasa) y óxido de calcio (espatos de cal) en forma insoluble. Véase la sección "Sílice" más adelante.

Fluorita (fluoruro cálcico)

Presentación y usos. La fluorita es un mineral que contiene del 90 al 95 % de fluoruro cálcico y del 3,5 al 8 % de sílice. Se extrae mediante barrenado y voladura. La fluorita es la principal fuente de flúor y sus compuestos. Se utiliza como fluido en hornos de acero abiertos y en fundición de metales. Asimismo se emplea en cerámica, pinturas y en la industria óptica.

Riesgos para la salud. Están causados sobre todo por los efectos nocivos del contenido de flúor y de sílice. La inhalación aguda puede provocar problemas gástricos, intestinales, circulatorios y en el sistema nervioso. La inhalación crónica o la ingestión

puede provocar pérdida de peso y apetito, anemia, y defectos óseos y dentales. Se han observado lesiones pulmonares en personas que inhalan polvo con un 92 a un 96 % de fluoruro cálcico y un 3,5 % de sílice. Parece que el fluoruro cálcico estimula la acción fibrogénica de la sílice en los pulmones. Entre los mineros de fluorita se han comunicado casos de bronquitis y silicosis.

En la extracción de fluorita debe realizarse un control cuidadoso del polvo, mediante técnicas como el barrenado en húmedo, el regado de rocas sueltas y la ventilación por extracción o general. Al calentar la fluorita existe el riesgo de formación de ácido fluorhídrico, y deben aplicarse las medidas de seguridad pertinentes.

Grafito

Presentación y usos. El grafito se encuentra en casi todo el mundo, pero la mayor parte de la producción del mineral natural se concentra en Austria, Alemania, Madagascar, México, Noruega, Federación Rusa y Sri Lanka. La mayoría de los grafitos naturales, si no todos, contienen sílice cristalina y silicatos.

Grafito en masas. Se encuentra en filones que atraviesan diferentes tipos de rocas ígneas y metamórficas que contienen impurezas minerales como feldespato, cuarzo, mica, piroxina, zirconio, rutilo, apatita y sulfuros de hierro. Frecuentemente las impurezas se encuentran en bolsas aisladas en los filones del mineral. La extracción se realiza generalmente en minas subterráneas, con taladros manuales para la extracción selectiva de venas estrechas.

Los depósitos de *grafito amorfo* son también subterráneos, aunque suelen encontrarse en lechos mucho más gruesos que los filones de grafito en masas. En general están asociados con arenisca, pizarra, caliza y minerales de cuarzo y sulfuros de hierro. El mineral se barrena, se arranca con explosivos y se carga a mano en vagonetes para llevarlo a la superficie, donde se tritura y se separan las impurezas.

El *grafito en escamas* está asociado generalmente con rocas sedimentarias metamorfoseadas como gneis, esquistos y mármoles. A menudo los depósitos están en la superficie o cerca de ella. En consecuencia, en la extracción a cielo abierto se utilizan equipos normales de excavación, como palas, bulldozers o escarificadoras, siendo necesario un mínimo de perforación y voladura.

El grafito artificial se produce calentando carbón o coque de petróleo, y no suelen contener sílice libre. El grafito natural se utiliza en la fabricación de revestimientos de fundición, lubricantes, pinturas, electrodos, baterías secas y crisoles para metalurgia. La "mina" de los lápices también es de grafito.

Riesgos para la salud. Durante la extracción y tratamiento del grafito natural y durante la fabricación del grafito artificial se puede producir inhalación de carbón, así como del polvo asociado. Las exploraciones radiográficas de trabajadores que manipulan grafito natural y artificial han demostrado distintos tipos de neumoconiosis. El examen histopatológico ha revelado la existencia de acúmulos de pigmento, enfisema focal, fibrosis colagenosa, pequeños nódulos fibrosos, quistes y cavidades. Estas últimas contienen un líquido de aspecto semejante a la tinta en el que se han identificado cristales de grafito. En informes recientes se ha señalado que los materiales implicados en exposiciones que provocan casos graves de fibrosis pulmonar masiva son probablemente mezclas de polvos.

La neumoconiosis por grafito es progresiva, incluso después de que el trabajador haya abandonado el área contaminada. El sujeto puede permanecer asintomático durante muchos años de exposición, y la incapacidad sobreviene a menudo repentinamente. Es esencial la realización de análisis periódicos de sílice

cristalina y silicatos en el mineral bruto y en el polvo en suspensión en el aire, prestando especial atención al feldespato, talco y mica. Se pueden ajustar unos niveles de polvo aceptables para controlar el efecto nocivo para la salud de los trabajadores.

Además de la exposición a los riesgos físicos de la minería, los trabajadores que manipulan grafito pueden enfrentarse también a riesgos químicos, como los relacionados con el ácido fluorhídrico y el hidróxido sódico, utilizados en la purificación de grafito. Cualquier programa de prevención sanitaria debería incluir la protección contra los riesgos asociados a estos productos químicos.

Granito

Presentación y usos. El granito, una roca ígnea de grano grueso, está compuesto por cuarzo, feldespato y mica en granos amorfos. Se utiliza en gravilla y como granito a medida. Después de romperlo al tamaño deseado, el granito se puede utilizar para agregados de hormigón, grava para carreteras, balasto ferroviario, lechos filtrantes, y para enchachado (bloques grandes) en pilares y tajamares. Los colores —rosa, gris, salmón, rojo y blanco— son deseables para el granito a medida. La dureza, la uniformidad de la textura y otras propiedades físicas hacen de este último un producto ideal para monumentos, bloques de cimientos, escalones y columnas.

El granito en gravilla se produce principalmente en California, con cantidades importantes en otros estados de Estados Unidos como Georgia, Carolina del Norte, Carolina del Sur y Virginia. Las principales áreas de producción del granito a medida en Estados Unidos son Georgia, Maine, Massachusetts, Minnesota, Carolina del Norte, Dakota del Sur, Vermont y Wisconsin.

Riesgos para la salud. El granito presenta una elevada contaminación con sílice. Por consiguiente, la silicosis es un riesgo importante para la salud en la extracción de este mineral.

Mármol (carbonato cálcico)

Presentación y usos. El mármol se define geológicamente como una piedra caliza metamorfoseada (recristalizada) compuesta principalmente por granos cristalinos de calcita, dolomita o ambos, con una textura cristalina visible. El uso generalizado del término en la industria de la cantería y del acabado ha llevado a la utilización del término "*mármol comercial*", que incluye todas las rocas cristalinas que pueden ser pulimentadas, y que están formadas principalmente por uno o más de los minerales siguientes: calcita, dolomita o serpentina.

El mármol se ha utilizado a lo largo de toda la historia como material de construcción importante debido a su resistencia, duración, facilidad de trabajado, adaptabilidad a la arquitectura y satisfacción estética. La industria del mármol comprende dos grandes ramas: la del mármol a medida y la del mármol machacado y partido. El mármol a medida es el que se extrae para obtener bloques o losas que cumplan las especificaciones de tamaño y forma. Sus usos son conocidos: piedras de construcción, monumentos, sillería, revestimientos, paneles, enlosados, estatuas, etc. El mármol machacado y partido tiene un tamaño variable desde grandes bloques hasta productos finamente pulverizados, y contiene aglomerados, lastres, gravilla para tejados, lascas de terrazo, aprestos, pigmentos, cal para abonos, etc.

Riesgos para la salud. No se han descrito enfermedades profesionales relacionadas específicamente con la minería, extracción y elaboración de mármol. En la minería subterránea puede producirse una exposición a gases tóxicos provocados por voladuras y algunos tipos de equipos motorizados; son necesarias una ventilación adecuada y equipo protector de la respiración.

En las voladuras abrasivas podría producirse exposición a sílice si se utilizara arena, pero el carburo de silicio o el óxido de aluminio son igualmente eficaces, no tienen riesgo de silicosis y deberían emplearse en su lugar. Han de controlarse las grandes cantidades de polvo generado en la elaboración del mármol, bien mediante el uso de métodos húmedos, bien mediante métodos de ventilación por extracción.

Mica

Presentación y usos. La mica (del latín *micare*, fulgurar, brillar) es un silicato mineral, principal componente de las rocas ígneas, en particular los granitos. También es un constituyente común de silicatos como el caolín, producidos por la acción de los agentes atmosféricos sobre estas rocas. En las masas rocosas, especialmente en las vetas de pegmatita, la mica aparece en forma de masas lenticulares de hojas partidas (conocidas como libros) de más de 1 m de diámetro o como partículas. Existen muchas variedades, de las cuales las más útiles son la *moscovita* (mica común, transparente o blanca), *flogopita* (mica ámbar), *vermiculita*, *lepidolita* y *sericita*. La moscovita se encuentra generalmente en las rocas silíceas. Los mayores depósitos de esta variedad están en India, Sudáfrica y Estados Unidos. La sericita es una variedad de la moscovita en pequeñas láminas; se produce como consecuencia del desgaste por la acción de los agentes atmosféricos sobre esquistos y gneis. La flogopita, que se encuentra en rocas calcáreas, se concentra en Madagascar. La principal característica de la vermiculita es su considerable poder de expansión cuando se calienta con rapidez a aproximadamente 300 °C. Existen grandes depósitos de vermiculita en Estados Unidos. El principal valor de la lepidolita radica en su gran contenido de litio y rubidio.

La mica se utiliza aún para las estufas de combustión lenta, farolas o mirillas de los hornos. Su propiedad más sobresaliente es que es dieléctrica, lo que la convierte en un material esencial en la industria aeronáutica. El polvo de mica se utiliza en la fabricación de cables eléctricos, neumáticos, electrodos soldados, cartón bituminado, pinturas y plásticos, lubricantes secos, recubrimientos dieléctricos y aisladores ignífugos. A menudo se compacta con resinas alquídicas. La vermiculita se utiliza como material aislante en la industria de la construcción. La lepidolita se utiliza en las industrias de vidrio y cerámica.

Riesgos para la salud. Al trabajar con mica es posible la generación de electricidad estática, que puede descargarse técnicamente sin problemas. Los mineros de mica están expuestos a la inhalación de una gran variedad de polvos, como los de cuarzo, feldespato y silicatos. La inhalación crónica puede causar silicosis. La exposición al polvo de mica puede producir irritación del aparato respiratorio y, después de muchos años, neumociosis fibrótica nodular, considerada durante mucho tiempo como una forma de silicosis; hoy en día se ha descartado esta hipótesis debido a que el polvo de mica pura no contiene sílice libre. Sin embargo, el cuadro radiológico suele ser muy parecido al de la asbestosis. Se ha demostrado experimentalmente que la mica posee una citotoxicidad débil sobre los macrófagos y que sólo induce una pequeña respuesta fibrógena, limitada a la formación de fibras gruesas de reticulina.

La inhalación crónica de vermiculita, que a menudo contiene asbesto, puede provocar asbestosis, cáncer de pulmón y mesotelioma. Su ingestión puede causar cáncer de estómago y de intestino.

Pedernal

Presentación y usos. El pedernal es una forma cristalina de sílice nativa o cuarzo. Se encuentra en Europa y Estados Unidos. Se utiliza como abrasivo, diluyente de pinturas y relleno de fertilizantes. Se emplea también en insecticidas, caucho, plásticos,

asfalto y cerámica. Históricamente ha sido un mineral importante debido a que se utilizó para fabricar algunas de las primeras herramientas y armas conocidas.

Riesgos para la salud. Relacionados con las propiedades tóxicas de la sílice.

Piedra caliza

Presentación y usos. La piedra caliza es una roca sedimentaria compuesta principalmente por carbonato cálcico en forma de calcita mineral. Se puede clasificar según las impurezas que contenga (caliza dolomítica, que contiene cantidades importantes de carbonato magnésico; caliza arcillosa, con un alto contenido de arcilla; caliza silícea, con arena o cuarzo; etc.), o según la formación en la que se presente, (por ejemplo mármol, una caliza cristalina). Los depósitos de caliza están ampliamente distribuidos en toda la corteza terrestre y se extraen en canteras.

La piedra caliza se ha utilizado desde tiempos remotos en construcción. También se tritura para su uso como fundente en fundición, refino, y para la fabricación de cal. Se emplea como firme y balastro en la construcción de carreteras, y se mezcla con arcilla para la fabricación de cemento.

Riesgos para la salud. Durante la extracción deben adoptarse las medidas adecuadas de seguridad en la cantera, y observarse las normas de protección de la maquinaria en las trituradoras. El principal riesgo para la salud es el relacionado con la presencia, en el polvo de piedra caliza transportado en el aire, de sílice libre en proporción del 1 al 10 % de la roca caliza. En estudios realizados con trabajadores de canteras y tratamiento de piedra caliza, los exámenes radiográficos revelaron cambios pulmonares, y la exploración clínica indicó la existencia de faringitis, bronquitis y enfisema. Los obreros que preparan la piedra para las obras de construcción deberían observar las medidas de seguridad apropiadas para la industria de la piedra.

Piedra pómez

Presentación y usos. La piedra pómez es una roca porosa, grisácea o blancuzca, frágil y de bajo peso específico, procedente de magma volcánico reciente; está compuesta por cuarzo y silicatos (principalmente feldespato). Se encuentra pura o mezclada con varias sustancias, sobre todo obsidiana, que se distingue por su color negro brillante y por su densidad relativa, cuatro veces mayor. Se encuentra sobre todo en Etiopía, Alemania, Hungría, Italia (Sicilia, Lipari), Madagascar, España y Estados Unidos. Algunas variedades, como la piedra pómez de Lipari, tienen un contenido elevado de sílice total (71,2 a 73,7 %) y una cantidad considerable de sílice libre (1,2 a 5 %).

En el comercio, y para aplicaciones prácticas, se distingue entre piedra pómez en bloques y en polvo. Cuando está en forma de bloque, se designa de forma diferente en función del tamaño del bloque, color, porosidad, etc. La forma en polvo se clasifica mediante números según el tamaño del grano. El proceso industrial comprende varias operaciones: selección para separar la obsidiana, molido y pulverización en máquinas con muelas de piedra o de metal, secado en hornos abiertos, cernido y tamizado usando cedazos abiertos manuales y tamices rotatorios y oscilantes, recuperándose generalmente la materia residual.

La piedra pómez se utiliza como abrasivo (en bloque o en polvo), como material ligero de construcción y para la fabricación de artículos de piedra, explosivos, etc.

Riesgos para la salud. Las operaciones más peligrosas son el secado al horno y el tamizado, debido a la gran cantidad de polvo producida. Aparte de los signos característicos de silicosis observados en los pulmones y de la esclerosis de los ganglios linfáticos hiliares, el estudio de casos mortales ha revelado daño

en varias capas del árbol arterial pulmonar. La exploración clínica ha revelado alteraciones respiratorias (enfisema y a veces daño pleural), trastornos cardiovasculares (corazón pulmonar) y renales (albuminuria, hematuria, cilindria), así como signos de deficiencia suprarrenal. La prueba radiológica de aortitis es mucho más común y grave que en el caso de la silicosis. El aspecto radiológico típico de los pulmones en la liparitis es la presencia de engrosamiento lineal debido a atelectasias lamelares.

Pizarra

Presentación y usos. La pizarra es una roca arcillosa o esquistos-arcillosa sedimentaria y muy compacta, que se divide en láminas con facilidad, de color gris plomo, rojizo o verdosos. Los principales depósitos se encuentran en Francia (Ardenas), Bélgica, Reino Unido (Gales, Connwall), Estados Unidos (Pennsylvania, Maryland) e Italia (Liguria). Junto a una gran cantidad de carbonato cálcico, contiene también silicatos (mica, clorita, hidrosilicatos), óxidos de hierro y sílice libre, amorfa o cristalina (cuarzo). El contenido de cuarzo de las pizarras duras es de aproximadamente un 15 %, y el de las pizarras blandas inferior al 10 %. En las canteras de Gales del Norte, el polvo de pizarra respirable contiene entre el 13 y el 32 % de cuarzo respirable.

Las hojas de pizarra se utilizan para tejados, escaleras, cubiertas de puertas, ventanas y porches; solado, chimeneas, mesas de billar, paneles de conmutadores eléctricos y pizarras de escuelas. La pizarra en polvo se ha utilizado como tapaporos o pigmentos en pinturas inoxidables o aislantes, en mástiques y en pinturas y productos bituminosos para superficies de carreteras.

Riesgos para la salud. La enfermedad de los trabajadores de la pizarra ha sido objeto de atención desde principios del siglo XIX, habiéndose descrito casos de "tisis del minero" sin intervención del bacilo tuberculoso. Se ha encontrado neumoconiosis en un tercio de los trabajadores estudiados en la industria de la pizarra en Gales del Norte, y en un 54 % de los fabricantes de lápices de pizarra en la India. La neumoconiosis de los trabajadores de la pizarra puede tener características de silicosis debido al elevado contenido de cuarzo de algunas pizarras. Frecuentemente se observan bronquitis y enfisema crónicos, sobre todo en los trabajadores dedicados a la extracción.

La sustitución del pico manual por el equipo mecánico de baja velocidad reduce considerablemente la generación de polvo en las canteras de pizarra, y el uso de sistemas de ventilación por extracción local permite mantener las concentraciones de polvo transportado por el aire dentro de límites aceptables para una exposición de ocho horas. La ventilación de las minas subterráneas, el drenaje del agua del suelo en los pozos, la iluminación y la organización del trabajo están mejorando las condiciones generales de higiene y de trabajo.

El aserrado circular debe realizarse bajo chorros de agua, mientras que el desbastado no suele generar polvo siempre que los recortes no se dejen caer al suelo. Las láminas grandes se suelen pulimentar en húmedo; cuando se realiza el pulimentado en seco debe disponerse de una buena ventilación por extracción, ya que el polvo de pizarra no es fácil de recoger, ni aun con aspiradores, al obstruirse con rapidez los filtros de las bolsas.

Los talleres deben limpiarse diariamente para evitar la acumulación de depósitos de polvo; en algunos casos será preferible evitar que el polvo depositado en los pasillos sea llevado por el aire cubriéndolo con serrín, mejor que humedeciéndolo.

Sílice

Presentación y usos. La sílice se presenta en estado natural en formas cristalinas (cuarzo, cristobalita y tridimita), criptocristalinas (por ejemplo, la calcedonia) y amorfas (por ejemplo, el

ópalo), dependiendo la densidad relativa y el punto de fusión de la forma cristalina.

La sílice cristalina es el mineral más extendido, encontrándose en la mayoría de las rocas. La forma más corriente de sílice es la arena de las playas de todo el mundo. La roca sedimentaria *arenisca* consta de granos de cuarzo cementados con arcillas.

La sílice es un componente del vidrio común y de la mayor parte de los ladrillos refractarios. También se utiliza ampliamente en la industria de la cerámica. Las rocas que contienen sílice constituyen un material habitual en construcción.

Sílice libre y combinada. La sílice libre es la que no está combinada con ningún otro elemento ni compuesto. El cuarzo es un ejemplo de sílice libre. El término sílice combinada procede del análisis químico de rocas, arcillas y suelos naturales. Los constituyentes inorgánicos son casi siempre óxidos unidos químicamente, por lo común incluyen dióxido de silicio. La sílice así combinada con uno o más óxidos se conoce como sílice combinada. Por ejemplo, la sílice de la mica se presenta en estado combinado.

En la sílice *cristalina*, los átomos de silicio y oxígeno están dispuestos de forma regular y determinada en todo el cristal. Las caras características del cristal son la expresión externa de la disposición regular de los átomos. Las formas cristalinas de sílice libre son cuarzo, cristobalita y tridimita. El cuarzo cristaliza en el sistema hexagonal, la cristobalita en el cúbico o tetragonal y la tridimita en el ortorrómbico. El cuarzo es incoloro y transparente en estado puro; los colores que presenta de forma natural son debidos a la contaminación.

En la sílice amorfa, las moléculas diferentes guardan entre sí una relación espacial distinta; como resultado no existe un patrón regular definido entre moléculas algo separadas. Esta ausencia de orden prolongado es característica de los materiales amorfos. La sílice criptocristalina es un tipo intermedio entre la cristalina y la amorfa, ya que consta de cristales menudos o cristallitos dispuestos sin una orientación regular entre sí.

El ópalo es una variedad amorfa de sílice con una cantidad variable de agua combinada. Una forma comercialmente importante de sílice amorfa es la *tierra de diatomeas* o de *infusorios* (kieselguhr). La *calcedonia* es una forma criptocristalina de sílice que rellena las cavidades de las lavas o que se presenta asociada con el pedernal. También se encuentra durante el recocido de materiales cerámicos cuando, en condiciones de temperatura determinadas, el cuarzo de los silicatos puede cristalizar en cristales diminutos en el cuerpo del artículo.

Riesgos para la salud. La inhalación de polvo de sílice transportado por el aire puede provocar silicosis, una enfermedad pulmonar fibrótica, grave y potencialmente mortal. Las formas crónica, acelerada y aguda de silicosis reflejan intensidades de exposición, períodos de latencia e historias naturales diferentes. La silicosis crónica puede evolucionar a fibrosis masiva progresiva, incluso después de que la exposición a polvo que contiene sílice haya cesado. En el capítulo *Sistema respiratorio* se exponen con más detalle los riesgos de la sílice.

Talco

Presentación y usos. El talco es un silicato de magnesio hidratado, cuya fórmula básica es $(\text{Mg Fe}^{+2})_3 \text{Si}_4 \text{O}_{10} (\text{H}_2\text{O})$, con los porcentajes teóricos de peso siguientes: 63 % SiO_2 , 32 % MgO y 5 % H_2O . Se encuentra en diversas formas y frecuentemente está contaminado con otros minerales, como sílice y asbestos. Se produce talco en Australia, Austria, China, Francia y Estados Unidos.

La textura, estabilidad y propiedades fibrosas o escamosas de los diversos talcos los hacen útiles para numerosos fines. Los más puros, esto es, los que se aproximan mucho a la composición

teórica, tienen textura y color finos, y por lo tanto son muy utilizados en cosméticos y productos de tocador. Otras variedades que contienen mezclas de distintos silicatos, carbonatos y óxidos, y tal vez sílice libre, presentan una textura relativamente gruesa y se utilizan en la fabricación de pinturas, cerámica, neumáticos y papel.

Riesgos para la salud. La inhalación crónica puede provocar silicosis si contiene sílice, o asbestosis, cáncer de pulmón y mesotelioma si están presentes asbesto o minerales similares al asbesto. Los estudios de trabajadores expuestos a talco sin fibras de asbestos asociadas revelaron una tendencia a una mayor mortalidad a causa de silicosis, silicotuberculosis, enfisema y neumonía. Los principales síntomas y signos clínicos de la neumoconiosis por talco son tos crónica productiva, disnea, ruidos respiratorios disminuidos, expansión limitada del tórax, estertores difusos y dedos en palillos de tambor. El examen anatomopatológico del pulmón ha revelado varias formas de fibrosis pulmonar.

Tierra de diatomeas (diatomita, kieselguhr, tierra de infusorios)

Presentación y usos. La tierra de diatomeas es un material suave y compuesto en bloque por restos de plantas acuáticas pequeñas prehistóricas relacionadas con las algas. Algunos depósitos contienen hasta un 90 % de sílice amorfa libre. Tienen formas geométricas intrincadas y están disponibles como bloques de colores claros, ladrillos, polvos, etc. La tierra de diatomeas absorbe de 1,5 a 4 veces su peso en agua y tiene una gran capacidad de absorción de aceite. Existen depósitos en Argelia, Europa, Federación Rusa y oeste de Estados Unidos. La tierra de diatomeas se puede utilizar en fundición, revestimientos de papel, cerámica y en el mantenimiento de filtros, abrasivos, lubricantes y explosivos. Se utiliza como medio filtrante en la industria química. Se emplea también como espesante en lodos de inyección, como extendedor en pinturas, caucho y productos de plástico, y como agente antiapelmazante en fertilizantes.

Riesgos para la salud. La tierra de diatomeas penetra con la respiración. Para muchas aplicaciones industriales se calienta a 800-1.000 °C, produciéndose un polvo gris blanquecino llamado kieselguhr, que puede contener un 60 % o más de cristobalita. Durante la extracción y tratamiento de la tierra de diatomeas, el riesgo de muertes por enfermedad respiratoria y cáncer de pulmón se ha relacionado con la inhalación de polvo así como con las exposiciones repetidas a sílice cristalina, como se describe en el capítulo 10, *Aparato respiratorio*.

Wollastonita (silicato de calcio)

Presentación y usos. La wollastonita (CaSiO_3) es un silicato de calcio natural que se presenta en rocas metamórficas, en distintas formas, en Nueva York y California en Estados Unidos, así como en Canadá, Alemania, Rumania, Irlanda, Italia, Japón, Madagascar, México, Noruega y Suecia.

La wollastonita se utiliza en cerámica, revestimientos de soldadura, geles de sílice, lana mineral y revestimientos de papel. También se utiliza como extendedor de pinturas, acondicionador de suelos, y como material de relleno en plásticos, caucho, cementos y maderas laminadas.

Riesgos para la salud. El polvo de wollastonita puede provocar irritación cutánea, ocular y respiratoria.

Yeso (sulfato cálcico hidratado)

Presentación y usos. Aunque se encuentra en todo el mundo, el yeso raramente se da en estado puro. Los depósitos de yeso contienen por lo general cuarzo, piritas, carbonatos o materiales arcillosos y

bituminosos. Aparece en cinco variedades naturales: rocas de yeso, gipsita (forma terrosa e impura), alabastro (una variedad translúcida de grano fino y masiva), calcita fibrosa (una forma sedosa y fibrosa) y selenita (cristales transparentes).

La roca de yeso puede triturarse y molerse para su uso en la forma dihidratada, calcinándose a 190 a 200 °C (con lo cual se elimina parte del agua de cristalización) para producir sulfato cálcico hemidratado o yeso de París, o deshidratarse completamente mediante calcinación a más de 600 °C para producir yeso anhidro o muerto.

El yeso dihidratado triturado se utiliza en la fabricación de cemento portland y productos a base de mármol artificial; como acondicionador del suelo en la agricultura, como pigmento blanco, carga o aditivo en pinturas, esmaltes, productos farmacéuticos, papel, etc., y como agente de filtración.

Riesgos para la salud. Los trabajadores del yeso pueden estar expuestos a altas concentraciones atmosféricas de polvo de yeso, gases y humos de los hornos. Durante la calcinación del yeso, los trabajadores están expuestos a elevadas temperaturas medioambientales, y existe también el riesgo de quemaduras. El empleo de los equipos de triturado, molturación, transporte y embalaje lleva implícitos los riesgos de accidentes asociados a la maquinaria. La neumoconiosis observada en los mineros de yeso se ha atribuido a la contaminación con sílice.

La formación de polvo en la elaboración del yeso debe controlarse mediante la mecanización de las operaciones en las que se genere polvo (triturado, carga, transporte, etc.), la adición de hasta un 2 % en volumen de agua al yeso antes del triturado, la utilización de transportadores neumáticos con cubiertas y trampillas de polvo, el aislamiento las fuentes de polvo y el empleo de sistemas de ventilación en las aberturas de los hornos y en los puntos de transferencia para el transporte. En los talleres donde se encuentren los hornos de calcinación es recomendable cubrir paredes y suelos con materiales lisos para facilitar la limpieza. Las tuberías calientes, las paredes de los hornos y las envolturas de los secadores deben recubrirse para reducir el riesgo de quemaduras y para limitar la irradiación de calor al medioambiente laboral.

PRODUCTOS QUÍMICOS PARA LA AGRICULTURA

Gary A. Page

Los productos químicos para la agricultura se agrupan normalmente en tres clases: plaguicidas, fertilizantes y productos para la salud animal. La Environmental Protection Agency (EPA) de Estados Unidos define los *plaguicidas* como cualesquiera materiales fabricados o formulados con el fin de destruir alguna plaga. Los herbicidas, fungicidas, insecticidas y acaricidas son, por tanto, plaguicidas. Los *fertilizantes* son nutrientes químicos que estimulan el crecimiento de las plantas. Contienen principalmente nitrógeno, fósforo o potasio. El nitrógeno se encuentra frecuentemente en forma de amoníaco, nitrato amónico, sulfato amónico, fosfato amónico o soluciones de estos compuestos. Otros productos químicos que contienen nitrógeno se utilizan para atender necesidades especiales de nutrientes. La fuente normal de fósforo es el fosfato amónico. La potasa (óxido potásico) es el nutriente de potasio. Los *productos para la salud animal* son los que se utilizan para promover la salud o el crecimiento de los animales. Se pueden aplicar por vía tópica mediante baño o aplicación de lioles, por vía oral como comprimido o gel, o en forma de inyectables.

Plaguicidas

La innovación más significativa de la industria de fabricación de plaguicidas ha sido la introducción de los plaguicidas ecológicos. La familia de herbicidas de las imidazolinonas ha supuesto un beneficio para los cultivos de soja y otros cultivos al aire libre, que son ahora mucho más rentables; son además menos tóxicos para los seres humanos, animales terrestres y peces, tienen una menor persistencia en el suelo, y utilizan agua en lugar de disolventes inflamables, en comparación con la antigua generación de nitroaromáticos. Simultáneamente a estas innovaciones se han desarrollado semillas resistentes a las imidazolinonas que pueden ser protegidas frente al crecimiento de las malas hierbas. El cultivo más beneficiado en este aspecto ha sido el maíz. Por otra parte, el herbicida persistente de un año a otro es un problema insignificante, ya que en muchas áreas se rotan la soja y el maíz.

Otra novedad reciente ha sido la producción de piretroides sintéticos, plaguicidas de amplio espectro. Se trata de productos eficaces pero menos tóxicos para los animales y los seres humanos que los antiguos organofosforados y carbamatos. Son activados por el sistema biológico del insecto y, por lo tanto, no suponen un peligro para los vertebrados. También son menos persistentes en el medio ambiente, ya que son biodegradables.

Se han producido igualmente avances en el uso de plaguicidas y herbicidas de generaciones antiguas. Se han desarrollado formulaciones de herbicidas que utilizan una tecnología de dispersión en agua que elimina el uso de disolventes volátiles. Con ello no solamente se reduce la cantidad de productos químicos orgánicos volátiles que escapan a la atmósfera, sino que se hacen más seguras la manipulación, conservación, formulación y transporte. En el ámbito de los plaguicidas se ha desarrollado un método de manipulación en el que el producto se transfiere del recipiente cerrado al pulverizador llamado "Lock-N-Load". Con ello se reducen las posibilidades de exposición a estos productos tóxicos. Los organofosforados se utilizan aún con éxito para erradicar problemas sanitarios como la malaria y la oncocercosis. Algunos de los organofosforados menos tóxicos son eficaces en el tratamiento de los mamíferos contra los insectos, tenias y ácaros, mediante aplicación directa sobre la piel utilizando formulaciones líquidas o en aerosol.

La industria de los plaguicidas está regulada en muchos países, controlándose el etiquetado, la aplicación a las plantas y al suelo, la formación en su uso y el transporte. Muchos plaguicidas pueden ser aplicados solamente por personas autorizadas. Las precauciones a adoptar en este ámbito se consideran en otros capítulos de la *Enciclopedia*. Los vehículos para el transporte de los plaguicidas a granel sólo pueden ser manejados por conductores cualificados. Los productores de plaguicidas tienen la obligación de facilitar su manipulación y aplicación seguras a través de un etiquetado completo, el desarrollo de actividades de formación y la entrega de Hojas de Datos de Seguridad del material (véase el capítulo *Utilización, almacenamiento y transporte de productos químicos*).

Otro problema es el que plantea la eliminación de los recipientes vacíos. No se recomienda, y en algunos lugares es ilegal, reutilizar los recipientes de plaguicidas. Se han realizado muchos avances para mitigar este problema. Así, los recipientes de plástico son recogidos por los distribuidores y reprocesados en tubos de plástico. Se emplean recipientes a granel rellenables. Con la llegada de los polvos humectables y de las dispersiones en agua, el triple aclarado del recipiente en el tanque de la solución permite al aplicador descontaminar el recipiente antes de su vertido o reciclado. Se utilizan lancetas manuales con bocas pulverizadoras que agujerean el recipiente y garantizan una limpieza adecuada y la destrucción del recipiente, de forma que no pueda ser reutilizado.

La finalidad de los plaguicidas es causar la muerte; por consiguiente, es necesario adoptar precauciones para manipularlos de forma segura. Algunos de los problemas han sido superados por los avances en los productos. En la mayoría de los casos, el lavado con agua abundante es el mejor tratamiento de primeros auxilios en caso de exposición superficial de piel y ojos. En caso de ingestión es preferible disponer de un antídoto específico. Es importante que el centro sanitario más próximo tenga información sobre el producto y disponga del antídoto adecuado. Por ejemplo, los organofosforados y los carbamatos provocan la inhibición de la colinesterasa. Debería disponerse de atropina, el antídoto específico para el tratamiento de esta reacción, allí donde se utilicen estos plaguicidas.

En el artículo epónimo de este capítulo se trata con más amplitud el tema de los plaguicidas.

Fertilizantes

El amoníaco es la base de los fertilizantes más importantes. Los principales fertilizantes son el amoníaco, el nitrato amónico, la urea, el sulfato amónico y el fosfato amónico. Parece existir un problema medioambiental asociado al uso de nitrógeno, ya que el agua subterránea de muchas áreas de cultivo está contaminada con nitratos, lo que provoca problemas sanitarios cuando el agua se consume como agua de bebida. Hay que convencer a los agricultores para que utilicen menos fertilizantes y roten el maíz con leguminosas que fijan nitrógeno, como la soja y el ballico. El nitrato amónico, dotado de actividad oxidante, es explosivo cuando se calienta. Los riesgos de este compuesto como agente explosivo se demostraron en la destrucción de un edificio federal de Oklahoma City, en Estados Unidos, en 1995. Para obtener nitrato amónico resistente a la detonación suelen añadirse ingredientes inertes. Hubo asimismo otra explosión industrial, con varias víctimas, en una planta de soluciones de nitrato amónico considerada segura contra la detonación en la que el nitrato amónico se manipulaba en solución al 85 %. Los resultados de la investigación indicaron que el incidente fue provocado por el efecto combinado de una determinada serie de factores de temperatura y contaminación, que no se dan normalmente en la venta al detalle ni en el sector agrícola. El amoníaco anhidro, por su parte, es un gas moderadamente tóxico a temperatura ambiente y debe mantenerse a presión o refrigerado durante su conservación o uso. Es un irritante de la piel, ojos y vías respiratorias, puede provocar quemaduras y es inflamable. Se aplica directamente sobre el suelo o se utiliza como solución acuosa. En muchas áreas agrícolas se almacena en grandes cantidades. Si este almacenamiento no se realiza correctamente, por ejemplo controlando las fugas y aplicando procedimientos de emergencia cuando se producen éstas, se crean condiciones de peligro.

Productos para la salud animal

El desarrollo y la comercialización de la somatotropina bovina (BST) han suscitado una gran controversia. La BST, un producto de fermentación, aumenta la productividad de las vacas lecheras en un 10 a 20 %. Muchas personas se oponen al empleo de este producto porque implica la introducción de una sustancia química en la producción de leche. No obstante, la leche con BST es indistinguible de la leche ordinaria, ya que la vaca lechera produce BST de forma natural. Al parecer, este producto favorece las infecciones mamarias en las vacas, y aunque se dispone de antibióticos para combatirlos el uso de los mismos también es controvertido. Los principales beneficios de la BST son el aumento de la producción de leche con una reducción en el consumo de alimento y una reducción similar en el estiércol, material que plantea un problema de residuos sólidos en muchas zonas. Un producto similar, la somatotropina porcina (PST), está

aún en fase experimental. Los animales crecen más deprisa, utilizan menos alimento y tienen menos grasa.

El uso de antibióticos en explotaciones de vacuno también es causa de controversia. Existe el temor de que el consumo de grandes cantidades de vacuno provoque problemas hormonales en humanos. Apenas existe confirmación en este sentido, pero la preocupación persiste. Se han desarrollado productos para la salud animal que controlan las tenias. Antes se utilizaban con este fin productos químicos sintéticos, pero los productos de nueva generación son el resultado de la tecnología de fermentación biológica. Son eficaces en muchos tipos de animales a niveles muy bajos, incluso en animales domésticos; no obstante son muy tóxicos para la vida acuática, por lo que se debe evitar la contaminación de ríos y corrientes. Estos materiales son biodegradables, de modo que no parece haber problemas acuáticos residuales o largo plazo.

Fabricación de productos químicos para la agricultura

La fabricación de los productos químicos para la agricultura implica el desarrollo de muchos procesos y la utilización de numerosas materias primas. Algunos productos se obtienen mediante síntesis químicas que implican reacciones exotérmicas en las que son importantes el control de la temperatura y los dispositivos de seguridad de emergencia. Para garantizar que se han considerado todos los riesgos es preciso realizar evaluaciones de los mismos, a ser posible en la forma de estudios de riesgos y de operabilidad (HAZOP). En lo que se refiere a los dispositivos de emergencia, se debe utilizar la tecnología del Instituto de Diseño de Sistemas de Seguridad de Emergencia (DIERS) y datos de los equipos calorimétricos. Normalmente, debido a la complejidad de las moléculas, la fabricación de productos químicos para la agricultura implica un elevado número de etapas. A veces se genera una gran cantidad de residuos líquidos acuosos y orgánicos. Algunos de estos últimos pueden ser reciclados, pero la mayor parte de los residuos acuosos han de ser tratados biológicamente o incinerados. Ambos métodos son difíciles debido a la presencia de sales orgánicas o inorgánicas. Los herbicidas de la generación anterior, que implicaban nitraciones, se producían utilizando reactores continuos para minimizar las cantidades de los materiales nitrados a las temperaturas de reacción. Pueden producirse reacciones incontroladas graves causantes de daños materiales y personales cuando los reactores intermitentes de los compuestos orgánicos nitrados sufren una desviación de temperatura o una contaminación.

Muchos plaguicidas modernos son polvos secos. Si se presentan simultáneamente una concentración dada, un tamaño de partícula determinado, una cierta concentración de oxígeno y una fuente de ignición, puede producirse una explosión de polvo. El uso de sustancias inertes, la exclusión de oxígeno y la utilización de nitrógeno o dióxido de carbono minimizan la fuente de oxígeno y pueden hacer el proceso más seguro. Estos polvos pueden constituir también un problema de higiene industrial. La ventilación, tanto general como local, es una solución a tales problemas.

Los principales fertilizantes se fabrican por procesos continuos, no por lotes. El amoníaco se prepara por conversión de metano a elevadas temperaturas y utilizando un catalizador específico. También se forman dióxido de carbono e hidrógeno, que deben ser separados del amoníaco. El nitrato amónico se prepara a partir de amoníaco y ácido nítrico en un reactor continuo. El ácido nítrico se forma mediante la oxidación continua de amoníaco sobre una superficie catalítica. El fosfato amónico se obtiene en una reacción entre amoníaco y ácido fosfórico. El ácido fosfórico se obtiene haciendo reaccionar ácido

sulfúrico con minerales que contienen fosfato. El ácido sulfúrico se forma quemando azufre a dióxido de azufre, convirtiendo catalíticamente el dióxido de azufre a trióxido de azufre, y añadiendo después agua para formar ácido sulfúrico. La urea es un producto de la reacción continua a alta presión de dióxido de carbono y amoníaco, y el dióxido de carbono procede normalmente de los subproductos de la reacción continua del amoníaco.

Muchas de estas materias primas son tóxicas y volátiles. La liberación de las materias primas o productos terminados debido a un fallo en un equipo o a un error humano puede exponer a los empleados y a la población general. La existencia de un plan de respuesta de emergencia detallado es fundamental para minimizar los efectos de estos escapes. Para elaborar este plan debe determinarse un acontecimiento en el caso peor imaginable mediante la evaluación de los riesgos y prever después las consecuencias mediante un modelo de dispersión. Hay que incluir en el plan un método para notificar el suceso a los empleados y a la población, un plan de evacuación, unos servicios de emergencia y un plan de recuperación.

El transporte de los productos químicos para la agricultura ha de ser estudiado detenidamente para elegir la ruta más segura, esto es, la que minimice la exposición en caso de accidente. Debe disponerse asimismo de un plan de respuesta de emergencia para hacer frente a los incidentes que se produzcan durante el transporte, incluyendo en él un número de teléfono de emergencia, la disponibilidad de personal para atender a las llamadas y, en algunos casos, un equipo de emergencia que acuda al lugar del accidente.

Algunos de estos productos se obtienen por fermentación, proceso que normalmente no es peligroso, ya que implica el desarrollo de un cultivo mediante el empleo de medios nutritivos como aceite de manteca, glucosa o almidón. No obstante, en ocasiones se utiliza amoníaco anhidro para controlar el pH (acidez) o como nutriente, por lo que el proceso puede implicar algunos riesgos. Se pueden utilizar disolventes para extraer las células activas, pero las cantidades y la metodología aplicadas son tales que se puede actuar con seguridad. El reciclado de estos disolventes forma a menudo una parte del proceso.

PLAGUICIDAS*

La palabra *plaguicida* designa en general cualquier sustancia química (mezclada o no con otras sustancias) utilizada para la destrucción de un microorganismo perjudicial para el hombre. Se trata, pues, de un término dotado de un significado muy amplio, comprensivo de otros términos como *insecticida*, *fungicida*, *herbicida*, *rodenticida*, *bactericida*, *acaricida*, *nematocida* o *molusquicida*, que designan los microorganismos o plagas que un producto químico determinado o clase de productos tiene por objeto destruir. Dado que se utilizan distintos tipos de agentes químicos en estas clases generales, es aconsejable indicar la clase concreta del plaguicida.

Principios generales

La toxicidad aguda se mide mediante la DL₅₀, valor que representa una estimación estadística del número de miligramos de producto químico por kilogramo de peso corporal que se requiere para causar la muerte del 50 % de una amplia población de animales estudiados. La dosis se puede administrar por

*Adaptado de la 3ª edición de la *Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo*. La revisión incluye información de A. Baiiнова, J.F. Copplestone, L.A. Dobrobolskij, F. Kaloyanova-Simeonova, Y.I. Kundiev y A.M. Shenker.

diversas vías, aunque las más normales son la oral o la dérmica, y la rata es el animal más utilizado en las pruebas correspondientes. Se utilizan los valores DL₅₀ según la vía oral o dérmica que presente el valor más bajo para un producto químico específico. Deben tenerse en cuenta también otros efectos, los derivados de exposiciones de corta duración, como la neurotoxicidad o la mutagenicidad, y los derivados de exposiciones de larga duración, como la carcinogenicidad, aunque los plaguicidas que presentan propiedades conocidas de este tipo no están registrados para su uso. La *Clasificación Recomendada de Plaguicidas según el Riesgo y las Directrices para la Clasificación 1996-1997 de la OMS*, publicadas por la Organización Mundial de la Salud (OMS), desglosan los productos de clase técnica en función del riesgo agudo para la salud humana de la forma siguiente:

- Clase IA—extremadamente peligrosos
- Clase IB—altamente peligrosos
- Clase II—moderadamente peligrosos
- Clase III—ligeramente peligrosos

Las directrices basadas en la clasificación de la OMS relacionan los plaguicidas según su toxicidad y estado físico; dicho listado se presenta en un artículo especial de este capítulo.

Los tóxicos pueden entrar en el cuerpo por la boca (ingestión), por los pulmones (inhalación), por la piel intacta (absorción percutánea) o por heridas en la piel (inoculación). El riesgo de inhalación depende de la forma física y solubilidad del producto químico. La posibilidad y el grado de absorción cutánea varían con el producto químico: algunos de éstos ejercen una acción directa sobre la piel, causando dermatitis. Los plaguicidas se aplican de distintas formas: como sólidos, rociando en forma diluida o concentrada, en polvo (fino o granulado), y como neblinas y gases. El método de empleo condiciona la probabilidad de absorción.

El producto se puede mezclar con sólidos (a menudo con comida, usada como cebo), agua, queroseno, aceites o disolventes orgánicos. Algunos de estos disolventes tienen cierto grado de toxicidad propia y pueden influir en el índice de absorción del plaguicida químico. Muchas formulaciones contienen otras sustancias químicas que no son por sí mismas plaguicidas, pero que aumentan la eficacia del plaguicida. Es lo que ocurre con los agentes tensioactivos. Cuando en una misma formulación se mezclan dos o más plaguicidas, la acción de alguno de ellos puede ser reforzada por la presencia de otros. En muchos casos no se conocen bien los efectos combinados de la mezcla; una buena norma es considerar siempre las mezclas más tóxicas que cualquiera de sus componentes por separado.

Debido a su naturaleza y finalidad, los plaguicidas tienen efectos biológicos adversos al menos sobre algunas especies, incluida la especie humana. A continuación se exponen los mecanismos de acción de los plaguicidas y algunos de sus efectos tóxicos. La carcinogenicidad, la monitorización biológica y las medidas de seguridad en el uso de plaguicidas se tratan con más detalle en otros capítulos de esta *Enciclopedia*.

Plaguicidas organoclorados

Los plaguicidas organoclorados (POC) han provocado intoxicaciones por absorción, por ingestión o por inhalación. Algunos ejemplos son el endrín, el aldrín y el dieldrín. La tasa de absorción y la toxicidad varían en función de la estructura química y de los disolventes, tensioactivos y emulsionantes utilizados en la formulación.

La eliminación de los POC del organismo se produce lentamente a través de los riñones. El metabolismo celular implica varios mecanismos, como los de oxidación, hidrólisis y otros. Los POC tienen una fuerte tendencia a penetrar en las membranas

celulares y a acumularse en la grasa corporal. Debido a su atracción por los tejidos adiposos (propiedades lipotróficas), tienden a acumularse en el sistema nervioso central (SNC), hígado, riñones y miocardio. En estos órganos pueden dañar la función de importantes sistemas enzimáticos y alterar la actividad bioquímica de las células.

Los POC son muy lipófilos y tienden a acumularse en el tejido adiposo mientras persiste la exposición. Cuando ésta cesa, se liberan lentamente al torrente circulatorio, a menudo durante un período de muchos años, de donde pueden ser transportados a otros órganos en los que se pueden iniciar efectos genotóxicos, incluido el cáncer. La mayor parte de los habitantes de Estados Unidos tienen niveles detectables de plaguicidas organoclorados, entre ellos productos de degradación del DDT, en su tejido adiposo (grasa), y las concentraciones aumentan con la edad, como reflejo de acumulaciones durante toda la vida.

Se han utilizado varios POC en todo el mundo, ya que se ha probado o sospechado que los insecticidas y los herbicidas son carcinógenos para los humanos. Esta cuestión se aborda con más detalle en los capítulos *Toxicología* (33) y *Cáncer* (2) de esta *Enciclopedia*.

Intoxicaciones agudas

El aldrín, el endrín, el dieldrín y el toxafeno son los compuestos más frecuentemente implicados en las intoxicaciones agudas. El retraso en la aparición de los síntomas en los casos graves es de unos 30 minutos. En POC con menor grado de toxicidad, el retraso es de varias horas, aunque nunca más de 12.

La intoxicación se manifiesta por síntomas gastrointestinales: náuseas, vómitos, diarrea y dolores de estómago. Los síntomas básicos son cerebrales: cefalea, mareos, ataxia y parestesias. Gradualmente van apareciendo temblores que comienzan por los párpados y los músculos de la cara, descendiendo hacia el resto del cuerpo y las extremidades. En casos graves estos síntomas determinan la aparición de convulsiones tónico-clónicas, con extensión gradual a diversos grupos de músculos. Las convulsiones pueden estar relacionadas con hipertermia o inconsciencia, pudiendo llegar a producirse la muerte. Además de los signos cerebrales, las intoxicaciones agudas pueden producir parálisis bulbares de los centros respiratorio y/o vasomotor, con insuficiencia respiratoria aguda o apnea y colapso grave.

Muchos pacientes desarrollan signos de hepatitis tóxica y nefropatía tóxica. Tras la desaparición de estos síntomas, algunos desarrollan signos de polineuritis tóxica prolongada, anemia y diátesis hemorrágica debido a una trombocitopenia alterada. Un signo típico de la intoxicación por toxafeno es la bronconeumonía alérgica.

Las intoxicaciones agudas con POC duran hasta 72 horas. Cuando las funciones orgánicas están muy alteradas, la enfermedad puede durar varias semanas. En caso de lesión hepática y renal, las complicaciones pueden ser de larga duración.

Intoxicación crónica

Las intoxicaciones asociadas a la producción y a la aplicación de los POC en agricultura, suelen ser de carácter crónico, esto es, vinculadas a la exposición a dosis bajas a lo largo del tiempo. Las intoxicaciones agudas (asociadas a exposiciones a dosis altas en un breve período de tiempo) son menos frecuentes y normalmente se deben a un uso incorrecto o a accidentes, tanto en el hogar como en la industria. Las intoxicaciones crónicas inducen lesiones del sistema nervioso central, del aparato digestivo, del sistema cardiovascular y hematopoyesis. Todos los POC son estimulantes del sistema nervioso central y pueden producir convulsiones, frecuentemente con características epilépticas. Se han registrado electroencefalogramas (EEG) anormales, como ritmos

alfa irregulares y otras anomalías. En algunos casos se han observado ondas puntiagudas bitemporales de localización variable, bajo voltaje y actividad theta difusa. En otros casos se han registrado trazados paroxísticos constituidos por ondas puntiagudas lentas, complejos puntiagudos y picos rítmicos de bajo voltaje.

Se han descrito polineuritis, encefalopolineuritis y otros efectos sobre el sistema nervioso tras la exposición profesional a los POC. Asimismo se han observado temblor de las extremidades y alteraciones electromiográficas (EMG). En trabajadores que manipulan POC como BHC, policloropineno, hexaclorobutadieno y dicloroetano se han observado signos inespecíficos (p. ej., signos diencefálicos) que a menudo se presentan junto a otros típicos de la intoxicación crónica. Los signos más frecuentes de intoxicación son cefalea, vértigo, parestesias en las extremidades, cambios rápidos en la tensión arterial y otras alteraciones circulatorias. Con menos frecuencia, dolores cólicos bajo los arcos costales derechos y en la región umbilical, y discinesia de las vías biliares. También pueden aparecer alteraciones del comportamiento, como trastornos sensoriales y del equilibrio. Estos síntomas son a menudo reversibles una vez que cesa la exposición.

Los POC causan lesiones hepáticas y renales. Se ha observado una inducción de las enzimas microsomales y un aumento de la actividad de ALF y aldolasa. También se alteran la síntesis de proteínas, la síntesis de lípidos, la detoxificación, la excreción y la función hepática. En trabajadores expuestos al pentaclorofenol se ha informado de una reducción del aclaramiento de creatinina y de la reabsorción de fósforo. El pentaclorofenol, junto con los miembros de la familia de los clorofenoles, se considera también un posible cancerígeno humano [grupo 2 B según la clasificación de la Agencia Internacional para la Investigación sobre el Cáncer (IARC)]. El toxafeno se considera un cancerígeno del grupo 2B.

Se han observado alteraciones cardiovasculares en personas expuestas, generalmente manifestadas como disnea, taquicardia, opresión y dolor en la región cardíaca, aumento del volumen cardíaco y tonos cardíacos apagados.

También se han observado alteraciones hemáticas y capilares tras el contacto con POC, en forma de trombocitopenia, anemia, pancitopenia, agranulocitosis, hemólisis y alteraciones capilares. La aplasia medular puede llegar a ser completa. Las lesiones capilares (púrpura) se desarrollan al cabo de más o menos tiempo, pero siempre por exposiciones intensas. En trabajadores sometidos a exposiciones prolongadas se han observado eosinopenia, neutropenia con linfocitosis y anemia hipocrómica.

Se han producido casos de irritación cutánea después del contacto con algunos POC, en particular los terpenos clorados. A menudo las intoxicaciones crónicas se hacen clínicamente evidentes por la aparición de cuadros alérgicos.

Plaguicidas organofosforados

Los plaguicidas organofosforados son ésteres químicamente relacionados del ácido fosfórico o algunos de sus derivados. Comparten la propiedad farmacológica de inhibir la acción de la enzima colinesterasa.

El paratión es uno de los organofosforados más tóxicos y se trata aquí con detalle. Aparte de sus efectos farmacológicos, ningún insecto es inmune a su acción letal. Sus propiedades físicas y químicas lo hacen útil como insecticida y acaricida para la agricultura. La descripción de su toxicidad es aplicable a otros organofosforados, aunque sus efectos puedan ser menos rápidos y extensos.

La acción tóxica de todos los plaguicidas organofosforados se ejerce sobre el SNC a través de la inhibición de la enzima

colinesterasa, con la consiguiente estimulación excesiva y continua de los músculos y glándulas activados por la acetilcolina, hasta llegar a un punto incompatible con la vida. El paratión es un inhibidor indirecto porque puede convertirse en el medio ambiente o *in vivo* antes de inhibir efectivamente la colinesterasa.

En general, los organofosforados pueden entrar en el organismo por cualquier vía. Si se ingiere una cantidad pequeña de paratión al comer o fumar, por ejemplo, existe el riesgo de una intoxicación grave e incluso mortal. Se puede inhalar asimismo al manipular, incluso brevemente, polvos o compuestos volátiles. Se absorbe además fácilmente a través de la piel y de los ojos. Su capacidad de penetrar en la piel en cantidades mortales sin producir la irritación hace que su manipulación sea especialmente difícil.

Los signos y síntomas de la intoxicación por organofosforados se pueden explicar sobre la base de la inhibición de la colinesterasa. La intoxicación inicial o leve puede ser difícil de distinguir debido a que otros cuadros, como el agotamiento por calor, la intoxicación alimentaria, la encefalitis, el asma y las infecciones respiratorias, comparten algunas de las manifestaciones y confunden el diagnóstico. Los síntomas pueden presentarse varias horas después de la última exposición, aunque casi nunca más tarde de 12 horas. Normalmente aparecen en este orden: cefalea, cansancio, mareos, náuseas, sudoración, visión borrosa, opresión torácica, espasmos abdominales, diarrea y vómitos. En una intoxicación más avanzada se observan después dificultad respiratoria, temblores, convulsiones, colapso, coma, edema pulmonar e insuficiencia respiratoria. Cuanto más avanzada esté la intoxicación, más evidentes serán los signos típicos de inhibición de la colinesterasa, a saber: miosis, respiración asmática rápida, debilidad acusada, sudoración excesiva, salivación excesiva y edema pulmonar.

En una intoxicación muy grave por paratión, en la que la víctima haya permanecido inconsciente durante algún tiempo, puede producirse lesión cerebral por anoxia. Tras una intoxicación aguda se han registrado cansancio, síntomas oculares, anomalías en el electroencefalograma, molestias gastrointestinales, sueños excesivos e intolerancia a la exposición a paratión. No existen pruebas de que se produzcan lesiones permanentes.

La exposición crónica al paratión puede ser acumulativa, en el sentido de que exposiciones repetidas muy próximas pueden reducir la colinesterasa más rápidamente de lo que ésta puede regenerarse, hasta el punto de que una exposición muy pequeña precipite la intoxicación aguda. Si cesa la exposición, la recuperación clínica es a menudo rápida y completa en pocos días. Se debe realizar un análisis de la inhibición de la colinesterasa en hematíes y plasma cuando se sospeche una intoxicación con éster fosfato. En una intoxicación grave, la actividad de la colinesterasa de los hematíes está en la mayor parte de los casos reducida y próxima a cero. La colinesterasa plasmática también está muy reducida y es un indicador más sensible y rápido de exposición. No aporta ninguna ventaja la determinación química de paratión en sangre, debido a que el metabolismo del plaguicida es demasiado rápido. No obstante, el *p*-nitrofenol, un producto final del metabolismo del paratión, se puede determinar en orina. Se pueden realizar pruebas químicas para identificar el plaguicida en ropa contaminada u otro material con el que se sospeche que ha entrado en contacto.

Carbamatos y tiocarbamatos

La actividad biológica de los carbamatos se descubrió en 1923, cuando se describió por primera vez la estructura del alcaloide eserina (o fisostigmina) contenido en las semillas del haba del Calabar. En 1929 se sintetizaron análogos de fisostigmina, y

pronto se pudo disponer de derivados del ácido ditiocarbámico tales como tiram y ziram. El estudio de los compuestos carbámicos comenzó el mismo año, y ahora se conocen más de 1.000 derivados del ácido carbámico. De ellos, más de 50 se utilizan como plaguicidas, herbicidas, fungicidas y nematocidas. En 1947 se sintetizaron los primeros productos de esta clase dotados de propiedades insecticidas. Algunos tiocarbamatos han demostrado ser eficaces como aceleradores de la vulcanización, y se han utilizado derivados del ácido ditiocarbámico en el tratamiento de tumores malignos, hipoxia, neuropatías, heridas por radiación y otras enfermedades. También se utilizan como plaguicidas aril ésteres del ácido alquilcarbámico y alquil ésteres del ácido arilcarbámico.

Algunos carbamatos pueden producir una sensibilización en individuos expuestos; asimismo se han observado distintos efectos fetotóxicos, embriotóxicos y mutagénicos en miembros de la familia.

Efectos crónicos

Se han descrito efectos específicos derivados de la intoxicación aguda de cada una de las sustancias incluidas en la lista. Una revisión de estos efectos realizada a partir de los datos publicados permite distinguir ciertas características similares en la acción crónica de diferentes carbamatos. Algunos autores creen que el principal efecto tóxico de los ésteres del ácido carbámico es la afectación del sistema endocrino. Una de las peculiaridades de la intoxicación por los carbamatos es la posible reacción alérgica de los individuos expuestos. Los efectos tóxicos de los carbamatos pueden no ser inmediatos, lo que presenta un riesgo potencial debido a la falta de alarma. Los resultados de experimentos con animales indican efectos embriotóxicos, teratogénicos, mutagénicos y carcinogénicos de algunos productos.

El *baygón* (isopropoxifenil-N-metilcarbamato) se obtiene por la reacción de alquilisocianato con fenoles, y se utiliza como insecticida. Es un tóxico sistémico. Inhibe la actividad de la colinesterasa sérica hasta un 60 % después de la administración oral de 0,75 a 1 mg/kg. Esta sustancia altamente tóxica tiene un efecto muy débil sobre la piel.

El *carbaril* es un tóxico sistémico que produce efectos agudos moderadamente graves cuando se ingiere, inhala o absorbe a través de la piel. Puede provocar irritación cutánea local. Al ser un inhibidor de la colinesterasa, es mucho más activo en insectos que en mamíferos. Los reconocimientos médicos de trabajadores expuestos a concentraciones de 0,2 a 0,3 mg/m³ pocas veces revelan un descenso en la actividad de la colinesterasa.

El *betanal* (3-(metoxicarbonil) aminofenil-N-(3-metilfenil) carbamato; N-metilcarbanilato) pertenece a los ésteres alquímicos del ácido arilcarbámico y se utiliza como herbicida. Es ligeramente tóxico para el aparato respiratorio y gastrointestinal. Su toxicidad dérmica y la irritación local son insignificantes.

El *isoplan* es un miembro muy tóxico del grupo; su acción, como la del sevin y otros, se caracteriza por la inhibición de la actividad de la acetilcolinesterasa. El isoplan se utiliza como insecticida. El *pirimar* (5,6-dimetil-2-dimetilamino-4-pirimidinil metilcarbamato) es un derivado de ésteres alquímicos del ácido arilcarbámico. Es muy tóxico para el tracto gastrointestinal. Su absorción general y el efecto irritante local no son muy pronunciados.

Esteres del ácido tiocarbámico

La *ronita* (*sym*-etilciclohexiletil tiocarbamato; Eurex); el *eptam* (*sym*-etil-N,N-dipropil tiocarbamato) y el *tillam* (*sym*-propil-N-etil-N-butiltiocarbamato) son ésteres sintetizados por reacción de alquil-tiocarbamatos con aminas y de mercaptidas alcalinas con

cloruros de carbamoilo. Son herbicidas efectivos de acción selectiva.

Los compuestos de este grupo son ligeros a moderadamente tóxicos, y la toxicidad se reduce cuando se absorben a través de la piel. Pueden afectar el proceso oxidativo, así como los sistemas nervioso y endocrino.

Los *ditiocarbamatos* y *bisditiocarbamatos* comprenden los productos siguientes, que tienen mucho en común en lo que respecta a su uso y sus efectos biológicos. El *ziram* se utiliza como acelerador de la vulcanización para cauchos sintéticos y, en agricultura, como fungicida y fumigante de semillas. Es muy irritante de la conjuntiva y las mucosas de las vías respiratorias superiores. Puede provocar dolor ocular intenso, irritación de la piel y alteraciones de la función hepática. Tiene efectos embriotóxicos y teratogénicos. El *TTD*, que se utiliza como fumigante de semillas, irrita la piel, provoca dermatitis y afecta a la conjuntiva. Aumenta la sensibilidad al alcohol. El *nobam* es un fungicida y sirve de intermediario en la producción de otros plaguicidas. Es irritante de la piel y las mucosas, y tiene efecto narcótico a concentraciones elevadas. En presencia de alcohol puede provocar vómitos violentos. El *ferbam* es un fungicida de toxicidad relativamente baja, pero puede provocar alteraciones de la función renal. Irrita la conjuntiva, las mucosas nasales y las vías superiores. El *zineb* es un insecticida y fungicida que puede provocar irritación de los ojos, la nariz y la laringe, y que es nocivo si se inhala o ingiere. El *maneb* es un fungicida que puede causar irritación de los ojos, nariz y laringe, y nocivo si se inhala o ingiere. El *vapam* (metilditiocarbamato sódico; carbatión) es un polvo blanco cristalino de olor desagradable, similar al del disulfuro de carbono. Es un fumigante eficaz del suelo que destruye las semillas de malas hierbas, hongos e insectos. Irrita la piel y las mucosas.

Rodenticidas

Los rodenticidas son compuestos químicos tóxicos utilizados para el control de ratas, ratones y otras especies de roedores. Un rodenticida eficaz debe cumplir unos criterios estrictos, lo que se confirma por el pequeño número de compuestos que se utilizan en la actualidad de forma satisfactoria.

Los cebos envenenados son los medios más efectivos y ampliamente utilizados de formulación de rodenticidas, pero algunos se utilizan como venenos de "contacto" (esto es, polvos, espumas y geles) en los que el tóxico se adhiere a la piel del animal y es ingerido durante el aseo ulterior, mientras que otros se aplican como fumigantes a madrigueras o locales infestados. Los rodenticidas se pueden dividir en dos categorías en función de su modo de acción: venenos agudos (dosis única) y venenos crónicos (dosis múltiple).

Los *venenos agudos*, como el *fosfuro de zinc*, la *norbormida*, la *fluoracetamida* y la *alfafloralosa*, son compuestos muy tóxicos, con DL_{50} habitualmente inferiores a 100 mg/kg, y pueden provocar la muerte después de una dosis única consumida durante un período no superior a algunas horas.

La mayor parte de los rodenticidas agudos tienen los inconvenientes de producir síntomas de envenenamiento con gran rapidez, de ser generalmente inespecíficos y de carecer de antidotos satisfactorios. Se utilizan a concentraciones relativamente altas (0,1 al 10 %) en cebos.

Los *venenos crónicos*, que pueden actuar, por ejemplo, como anticoagulantes (p. ej., calciferol), son compuestos que, debido a su modo de acción acumulativo, han de ser ingeridos por el animal durante varios días seguidos para que se produzca la muerte. Los anticoagulantes tienen la ventaja de producir los síntomas de envenenamiento muy tarde, normalmente mucho después de que la especie de destino haya ingerido una dosis letal. Para los animales expuestos accidentalmente se dispone de

un antídoto efectivo. Los venenos crónicos se utilizan a concentraciones relativamente bajas (0,002 al 0,1 %).

Aplicaciones

Los rodenticidas previstos para su uso en cebos están disponibles en una o más de las formas siguientes: como material de clase técnica o como cebo listo para su uso. Los venenos agudos se adquieren habitualmente como material de clase técnica y se mezclan con la base del cebo poco antes de su uso. Los venenos crónicos, debido a su uso a bajas concentraciones, se venden normalmente como concentrados en los que el principio activo se incorpora a una base de harina (o talco) finamente pulverizada.

Cuando el cebo final está preparado, se añade el concentrado a la base del cebo en la concentración correspondiente. Si la base del cebo tiene una consistencia rugosa, puede ser necesario añadir un aceite vegetal o mineral a la concentración prescrita para que actúe como "adhesivo". Normalmente es obligatorio añadir un colorante de advertencia a los concentrados o cebos listos para usar.

En tratamientos de control contra ratas y ratones, los cebos envenenados se dejan a intervalos frecuentes en todo el área infestada. Si se utilizan rodenticidas agudos, se obtienen mejores resultados cuando se deja el cebo no envenenado ("precebo") durante algunos días antes de administrar el veneno. En tratamientos "agudos" se ofrece cebo envenenado solamente durante algunos días. Cuando se utilizan anticoagulantes es innecesario el uso de precebos, pero el veneno debe mantenerse durante 3 a 6 semanas para completar el control.

Las formulaciones de contacto de los rodenticidas son especialmente útiles cuando por alguna razón la presentación de cebos es difícil, o cuando los roedores no cambian satisfactoriamente su dieta normal. El veneno suele incorporarse a un polvo finamente dividido (p. ej., talco) que se deja en los accesos y alrededor del cebo, o se espolvorea en madrigueras, huecos de los muros, etc. Los compuestos se pueden formular también en geles o espumas que se insertan en las madrigueras.

En los rodenticidas de contacto, el efecto se produce cuando el animal ingiere el veneno al asearse. Dado que la cantidad de polvo (o espuma, etc.) que se adhiere a la piel puede ser pequeña, la concentración del principio activo en la formulación suele ser relativamente elevada, lo que hace que su uso sólo sea seguro si no se pueden contaminar alimentos, etc. Otras formulaciones especializadas de rodenticidas comprenden cebos de agua o bloques impregnados de cera. Las primeras, que son soluciones acuosas de compuestos solubles, son especialmente útiles en ambientes secos. Las últimas se preparan impregnando el tóxico y la base del cebo en cera de parafina fundida (con bajo punto de fusión) y vaciando la mezcla en bloques. Los cebos impregnados de cera están diseñados para resistir climas húmedos y ataques de insectos.

Riesgos de los rodenticidas

Aunque los niveles de toxicidad de los rodenticidas pueden variar entre las especies de destino y otras especies, se debe considerar que todos los venenos son potencialmente letales para el ser humano. Los venenos agudos son potencialmente más peligrosos que los crónicos debido a su rapidez de acción, a su carácter inespecífico y a que, en general, no se cuenta con antídotos efectivos. En cambio, los anticoagulantes producen su acción de forma lenta y acumulativa, por lo que dan tiempo para la administración de un antídoto fiable, como la vitamina K.

Como ya se ha indicado, las concentraciones de principios activos en las formulaciones de contacto son mayores que en los preparados para cebos, por lo cual el riesgo del manipulador es considerablemente mayor. Los fumigantes presentan un riesgo

especial cuando se utilizan para tratar locales infestados, bodegas de barcos, etc., y han de ser utilizados solamente por técnicos cualificados. El gaseamiento de las madrigueras de roedores, aunque menos peligroso, debe realizarse también con mucho cuidado.

Herbicidas

Las malezas y las hierbas compiten con las plantas cultivadas por la luz, el espacio, el agua y los nutrientes. Son hospedadores de bacterias, hongos y virus, y obstaculizan las operaciones de cosechado mecánico. Las pérdidas en los rendimientos de las cosechas como resultado de la infestación por malas hierbas pueden ser muy altas, alcanzando normalmente del 20 al 40 %. Las medidas de control de malezas tales como el desherbado y la escardadura manuales no son eficaces en la agricultura intensiva. Los herbicidas han sustituido con éxito a los métodos mecánicos de control de malezas.

Además de su uso en la agricultura de cereales, praderas, campos al aire libre, pastizales, fruticultura, invernaderos y silvicultura, los herbicidas se aplican en zonas industriales, vías de ferrocarril y tendidos eléctricos para eliminar la vegetación. Se utilizan para destruir las malezas de canales, canales de drenaje y estanques naturales y artificiales.

Los herbicidas se pulverizan o espolvorean sobre las malezas o sobre el suelo que éstas infestan. Permanecen en las hojas (herbicidas de contacto) o penetran en la planta y de esta forma alteran su fisiología (herbicidas sistémicos). Se clasifican en no selectivos (totales, utilizados para matar toda la vegetación) y selectivos (utilizados para suprimir el crecimiento de malezas o matarlas, sin dañar los cultivos). Tanto unos como otros pueden ser de contacto o sistémicos.

La selectividad es verdadera cuando el herbicida, aplicado a la dosis correcta y en el momento adecuado, es activo solamente frente a ciertas especies vegetales. Un ejemplo de herbicidas realmente selectivos son los compuestos clorofenoxi, que eliminan la maleza pero no las hierbas. La selectividad se puede conseguir también por la aplicación (p. ej., utilizando el herbicida de forma que entra en contacto solamente con las malezas). Por ejemplo, el paraquat se aplica a cultivos de huerta, en los que es fácil evitar el follaje. Se distinguen tres tipos de selectividad:

1. selectividad fisiológica, basada en la capacidad de la planta para degradar el herbicida en componentes no fitotóxicos;
2. selectividad física, que aprovecha un hábito concreto de la planta cultivada (p. ej., la verticalidad de los cereales) o una superficie de características específicas (p. ej., cubierta de cera, cutícula resistente) para proteger a la planta de la penetración del herbicida,
3. selectividad posicional, en la que el herbicida se fija en las capas superiores del suelo, adsorbido en partículas del suelo coloidales, y no alcanza la zona de la raíz de la planta cultivada, o al menos no en cantidades peligrosas. La selectividad posicional depende del suelo, de las precipitaciones y de la temperatura, así como de la solubilidad en agua y la adsorción en el suelo del herbicida.

Algunos herbicidas utilizados habitualmente

A continuación se describen brevemente los efectos agudos y crónicos asociados a algunos herbicidas utilizados habitualmente.

La *atrazina* disminuye el peso corporal, produce anemia y alteración del metabolismo de las proteínas y de la glucosa en ratas. Produce dermatitis de contacto ocupacional por sensibilización cutánea. Se considera un posible cancerígeno humano (IARC grupo 2B).

El *barban*, en contacto repetido en forma de una emulsión de agua al 5 %, causa irritación cutánea grave en conejos. Produce sensibilización cutánea en animales experimentales y en trabajadores agrícolas, y causa anemia, metahemoglobinemia y cambios en el metabolismo lipídico y proteico. En animales de experimentación se han observado ataxia, temblores, espasmos, bradicardia y alteraciones del EEG.

El *clorprofarm* puede producir irritación y penetración cutánea ligeras. En ratas, la exposición a atrazina causa anemia, metahemoglobinemia y reticulocitosis. La aplicación crónica provoca carcinoma cutáneo en ratas.

El *cicloato* produce polineuropatía y lesiones hepáticas en animales de experimentación. No se han descrito síntomas clínicos después de la exposición ocupacional de los trabajadores durante tres días consecutivos.

El 2,4-D posee una toxicidad dérmica moderada y riesgo de irritación cutánea en las personas expuestas. Es muy irritante para los ojos. Las exposiciones agudas de los trabajadores provocan cefalea, mareos, náuseas, vómitos, hipertermia, hipotensión, leucocitosis y lesiones cardíacas y hepáticas. La exposición ocupacional crónica sin protección puede causar náuseas, alteraciones de la función hepática, dermatitis tóxica de contacto, irritación de las vías respiratorias y de los ojos, así como cambios neurológicos. Algunos de los derivados del 2,4-D son embriotóxicos y teratogénicos en animales de experimentación solamente a dosis elevadas.

El 2,4-D y el herbicida fenoxi derivado 2,4,5-T están clasificados como cancerígenos del grupo 2B (posibles cancerígenos humanos) por la IARC. En trabajadores agrícolas suecos se ha asociado la aparición de cánceres linfáticos, en particular el linfoma no Hodgkin (LNH), a exposiciones a una mezcla comercial de 2,4-D y 2,4,5-T (similar al herbicida Agente Naranja utilizado por el ejército de Estados Unidos en Vietnam durante los años 1965 a 1971). A menudo la posible carcinogenicidad se atribuye a la contaminación de 2,4,5-T con 2,3,7,8-tetraclorodibenzo-*p*-dioxina. No obstante, el grupo de investigación del National Cancer Institute de Estados Unidos señaló un riesgo de 2,6 de LNH del adulto entre los residentes de Kansas expuestos solamente a 2,4-D, que no se considera contaminado con dioxinas.

El *dalapon-Na* puede causar depresión, alteraciones del equilibrio, pérdida de peso corporal, alteraciones hepáticas y renales, disfunción tiroidea e hipofisaria y dermatitis de contacto en trabajadores expuestos. El *dialate* tiene toxicidad dérmica y causa irritación de la piel, ojos y mucosas. El *diquat* es irritante de la piel, los ojos y el tracto respiratorio superior. Puede causar retraso de la cicatrización de heridas y cortes, alteraciones gastrointestinales y respiratorias, catarata bilateral y alteraciones funcionales hepáticas y renales.

El *dinoseb* es peligroso debido a su toxicidad por contacto dérmico. Puede causar irritación moderada de la piel e intensa de los ojos. La dosis mortal para el ser humano es de aproximadamente 1 a 3 g. Tras una exposición aguda, el *dinoseb* produce alteraciones del sistema nervioso central, vómitos, eritema cutáneo, sudoración e hipertermia. La exposición crónica sin protección causa pérdida de peso, dermatitis de contacto (tóxica o alérgica) y alteraciones gastrointestinales, hepáticas y renales. El *dinoseb* no se utiliza en muchos países debido a sus efectos adversos graves.

El *fluometuron* es un sensibilizante moderado de la piel en cobayas y seres humanos. Se ha observado que produce pérdida de peso corporal, anemia y alteraciones hepáticas, esplénicas y de la glándula tiroidea. La acción biológica de *diuron* es similar.

El *linuron* provoca irritación leve de piel y ojos, y tiene una toxicidad acumulativa baja (valor umbral después de inhalación única 29 mg/m³). Induce cambios en el SNC, hígado, pulmón y

riñón en animales de experimentación, así como disfunción tiroidea.

El *MCPA* es altamente irritante de la piel y las membranas mucosas, tiene una baja toxicidad acumulativa y es embriotóxico y teratogénico a dosis altas en conejos y ratas. La intoxicación aguda de seres humanos (una dosis estimada de 300 mg/kg) causa vómitos, diarrea, cianosis, sensación de quemazón en las mucosas, espasmos clónicos y lesiones hepáticas y del miocardio, así como dermatitis de contacto tóxica grave en trabajadores. La exposición crónica sin protección causa mareos, náuseas, vómitos, dolores de estómago, hipotonía, hepatomegalia, alteraciones miocárdicas y dermatitis de contacto.

El *mollinate* puede alcanzar una concentración tóxica después de la inhalación de 200 mg/m³ en ratas. Causa alteraciones hepáticas, renales y tiroideas, y es gonadotóxico y teratogénico en ratas. Es un moderado sensibilizante cutáneo en seres humanos.

El *monuron* a dosis elevadas puede producir alteraciones hepáticas, miocárdicas y renales. Causa irritación de la piel y sensibilización. El *monolinuron*, *cloroxurón*, *clortolurón* y *dodina* presentan los mismos efectos.

El *nitrofen* es un fuerte irritante de la piel y los ojos. La exposición crónica ocupacional sin protección causa alteraciones en el SNC, anemia, hipertermia, pérdida de peso, cansancio y dermatitis de contacto. Es considerado un posible cancerígeno humano por la IARC (grupo 2B).

El *paraquat* presenta toxicidad dérmica y efectos irritantes sobre la piel y las mucosas. Causa lesiones en las uñas y epistaxis cuando se trabaja sin protección. Los casos de intoxicación oral accidental con paraquat suelen producirse al dejar el producto al alcance de los niños o trasvasarlo desde el envase original a una botella de bebidas vacía. Las manifestaciones precoces de la intoxicación son las de los efectos corrosivos gastrointestinales, lesiones a nivel de los túbulos renales y alteraciones de la función hepática. La muerte se produce por colapso circulatorio y lesiones pulmonares progresivas (edema y hemorragia pulmonar, fibrosis intraalveolar o intersticial con alveolitis y membranas hialinas). Todo esto desde el punto de vista clínico se traduce en disnea, hipoxemia, estertores basales, evidencia radiológica de infiltración y atelectasias. La insuficiencia renal va seguida de lesión pulmonar, acompañada en algunos casos de alteraciones hepáticas y miocárdicas. La mortalidad es alta cuando la intoxicación se ha producido por preparados líquidos concentrados (87,8 %) y menor si se produce con formas granulares (18,5 %). La dosis mortal es de 6 g de ion paraquat (equivalente a 30 ml de *Gramoxone* o cuatro saquitos de *Weedol*), y con dosis mayores no ha habido supervivientes, con independencia del tiempo o de la intensidad del tratamiento. La mayor parte de los supervivientes habían tomado dosis inferiores a 1 g de ion paraquat.

El *cianato potásico* está asociado a una elevada toxicidad por inhalación y dérmica en animales de experimentación y en seres humanos debido a la conversión metabólica a cianuro; esto se tratará en otro punto de esta *Enciclopedia*.

La *prometrina* presenta toxicidad dérmica moderada e irritación cutánea y ocular. Causa una disminución de la coagulación y alteraciones enzimáticas en animales, y se ha observado que es embriotóxico en ratas. Los trabajadores expuestos pueden presentar náuseas y sequedad de boca. Con la *propazina* y la *desmetrina* se observan efectos análogos.

La toxicidad del *propaclor* es doble a temperaturas ambiente elevadas. La exposición a esta sustancia se asocia a irritación cutánea y de las membranas mucosas y a alergia cutánea leve. La concentración tóxica tras una inhalación única es de 18 mg/m³ en ratas, y se cree que presenta toxicidad acumulativa moderada. El *propaclor* causa polineuropatías; alteraciones

hepáticas, miocárdicas y renales, anemia y lesiones testiculares en ratas. Durante las operaciones de pulverización desde el aire, la concentración en la cabina del avión es de aproximadamente 0,2-0,6 mg/m³. El *propanil* posee una toxicidad similar.

El *profam* presenta una toxicidad acumulativa moderada. Causa alteraciones hemodinámicas, y en animales de experimentación se han observado trastornos hepáticos, pulmonares y renales.

El *simazine* causa una irritación leve de la piel y las mucosas. Es un sensibilizante cutáneo moderado en cobayas. También provoca alteraciones del SNC, del hígado y de los riñones, y tiene acción mutágena en animales de experimentación. Los trabajadores pueden quejarse de cansancio, mareos, náuseas y alteraciones del olfato si trabajan en áreas de aplicación sin la debida protección.

El *2,4,5-T* produce una irritación pronunciada y efectos embriotóxicos, teratogénicos y carcinogénicos en animales; también se dispone de datos de su acción gonadotóxica en mujeres. Dado que la *dioxina* extremadamente tóxica puede ser un contaminante de los triclorofenoxiacidos, el uso de 2,4,5-T se ha prohibido en muchos países. Entre trabajadores de la agricultura, la silvicultura y la industria se ha informado de un aumento del riesgo de sarcomas de tejidos blandos y de linfomas no Hodgkin.

El *trifluralin* produce irritación ligera de la piel y mucosas. En hembras híbridas de ratón se ha comprobado un incremento de la incidencia de carcinoma hepático, probablemente a causa de la contaminación con compuestos N-nitroso. El trifluralin causa anemia y alteraciones hepáticas, miocárdicas y renales en los animales de experimentación. Los trabajadores que sufrieron exposiciones intensas a esta sustancia desarrollaron dermatitis de contacto y fotodermatitis.

Fungicidas

Algunos hongos, como los añublos, mildius, mohos, tiznes, royas de almacenes y royas de la simiente pueden infectar y producir enfermedades en las plantas, los animales y el hombre. Otros pueden atacar y destruir materiales no vivos, como la madera y los productos de fibra. Los fungicidas se utilizan para prevenir estas enfermedades y se aplican mediante rociado, pulverización, revestido de la simiente, esterilización de los brotes y el suelo y fumigación de invernaderos y almacenes.

Los hongos que provocan enfermedades de las plantas pueden dividirse en cuatro subgrupos que se diferencian por las características microscópicas del micelio, las esporas y los órganos en los que se desarrollan las esporas:

1. Ficomycetes: organismos en suelo que ocasionan el garrote de las crucíferas, las verrugas de las patatas, etc.;
2. Ascomycetes: hongos y mildius pulverulentos formadores de peritecios que ocasionan la costra de la manzana, la mancha de la hoja de la grosella negra y la mancha negra de la rosa;
3. basidiomicetes, que incluyen el tizne del trigo y la cebada, y varias especies de añublos,
4. hongos imperfectos, que incluye los géneros *Aspergillus*, *Fusarium*, *Penicillium* y otros, de gran importancia económica, ya que producen grandes pérdidas por plagas durante el desarrollo de la planta, la recolección y después de ésta (p. ej., las especies de *Fusarium* infectan la cebada, la avena y el trigo; las especies de *Penicillium* ocasionan la roya marrón de las frutas pomáceas).

Los fungicidas se han utilizado durante siglos. Los primeros utilizados fueron los compuestos de cobre y azufre, y la aplicación del caldo bordelés a los viñedos data de 1885. Actualmente se utiliza en muchos países un gran número de compuestos químicos con actividad fungicida.

Según su modo de acción, los fungicidas pueden clasificarse en dos grupos: fungicidas protectores, aplicados antes de la llegada de las esporas de los hongos, como los compuestos de azufre y cobre, y fungicidas erradicadores, que se aplican una vez que la planta ha sido infectada, como los compuestos de mercurio y derivados nitrogenados de fenoles. Los fungicidas pueden actuar sobre la superficie de plantas y semillas, o penetrar en la planta y ejercer su acción tóxica directamente sobre el hongo (fungicidas sistémicos). También pueden alterar los procesos fisiológicos y bioquímicos de la planta, produciendo así una inmunización química artificial. Ejemplos de este grupo son los antibióticos y las rodanilidas.

Los fungicidas aplicados a las semillas actúan fundamentalmente contra las esporas presentes en la superficie. Sin embargo, en algunos casos es preciso que se mantengan en la cubierta de la semilla el tiempo suficiente para actuar sobre el micelio durmiente contenido en el interior de la semilla. Si se aplica a la simiente antes de la siembra, el fungicida recibe el nombre de *desinfectante de semillas* o fungicida para el *revestimiento de semillas*, aunque este último término puede incluir tratamientos no dirigidos contra los hongos de las semillas o de las plagas. Para proteger la madera, el papel, el cuero y otros materiales, los fungicidas se utilizan mediante impregnación o tinción. También se emplean fármacos especiales con acción fungicida en el control de las enfermedades por hongos en seres humanos y animales.

Algunos modos específicos de aplicación son:

- *Revestimiento de semillas.* Este es un método sencillo y barato de control de las enfermedades de las plantas. Las plagas se destruyen en las semillas y en el suelo durante el desarrollo de la simiente. A pesar de la disponibilidad de compuestos alternativos eficaces, los fungicidas mercurícos aún se emplean en gran medida con este fin. Los ditiocarbamatos, en particular el tiuram, son muy utilizados. También se emplean para el revestimiento de semillas el cloranilo y la diclona, del grupo de las quinonas, el hexaclorofeno, el formaldehído y algunos antibióticos. El tratamiento de las semillas puede realizarse por el método seco o el método húmedo.
- *Desinfección del suelo.* Esta es una acción más general, ejercida por fungicidas que se incorporan al suelo en fórmulas líquidas o sólidas que liberan compuestos volátiles o fácilmente solubles, por ejemplo cloropicrina, bromuro de metilo, dibromometano, formaldehído, vapam, dazomet, alcohol alílico, pentacloronitrobenceno y cloroneb. Estos fungicidas se utilizan especialmente en el suelo de invernaderos. Algunos de ellos son cancerígenos probables o conocidos.
- *Aplicación sobre las plantas.* En este caso los fungicidas se aplican a los cultivos anuales, frutales y bayas con el fin de controlar las enfermedades de transmisión aérea. Prácticamente todos los grupos de fungicidas se aplican con este fin. Los más frecuentes son los compuestos de cobre, los ditiocarbamatos, los derivados nitrogenados aromáticos, las quinonas, las ftalimidas, las guanidinas y los hidrocarburos clorados, así como algunos compuestos heterocíclicos y de níquel y ciertos antibióticos.

Riesgos de los fungicidas

Los fungicidas abarcan una amplia gama de compuestos químicos, muy diferentes en cuanto a su toxicidad. Se utilizan algunos compuestos altamente tóxicos como fungicidas de alimentos y almacenes, para el revestimiento de semillas y para la desinfección del suelo, y se han descrito casos de intoxicación por organomercuriales, hexaclorobenceno y pentaclorobenceno, así como por los ditiocarbamatos poco tóxicos. Estos y otros compuestos químicos se tratan con más detalle en otros puntos de

este artículo, de este capítulo y de la *Enciclopedia*. Algunos se revisan a continuación brevemente.

El *quinometionato* tiene una gran toxicidad acumulativa e inhibe los grupos tiol y algunas enzimas que los contienen, reduce la actividad fagocítica y ejerce efectos antiespermatogénicos. Es irritante de la piel y del sistema respiratorio. Puede causar lesiones del SNC, hígado y tracto gastrointestinal. El glutatión y la cisteína protegen frente a los efectos agudos del quinometionato.

El *cloranil* es irritante de la piel y del tracto respiratorio superior; también puede causar depresión del SNC y alteraciones distróficas en hígado y riñón. La monitorización biológica de las personas expuestas ha demostrado un aumento de los niveles urinarios de fenoles, tanto libres como ligados.

El *dazomet* se utiliza también como nematocida y contra las babosas. Este compuesto y sus productos de descomposición son sensibilizantes e irritantes leves oculares, nasales, orales y cutáneos. La intoxicación se caracteriza por diversos síntomas, como ansiedad, taquicardia y taquipnea, sialorrea, convulsiones clónicas, trastornos de la coordinación motora, hiperglucemia ocasional e inhibición de la colinesterasa. Los principales hallazgos anatomopatológicos son la hepatomegalia y las alteraciones degenerativas del riñón y otros órganos internos.

El *diclofluanid* inhibe los grupos tiol. En animales de experimentación origina alteraciones histológicas en el hígado, túbulos proximales del riñón y la corteza suprarrenal, con disminución del tejido linfático esplénico. Es un irritante moderado de la piel y las mucosas.

La *diclona*, además de compartir las propiedades irritantes y hemopresoras comunes a las quinonas, es cancerígena en animales de experimentación.

El *dinobuton*, como el dinitro-*o*-cresol (DNOC), altera el metabolismo celular inhibiendo la fosforilación oxidativa, con la consiguiente pérdida de compuestos de gran valor energético, como el ácido adenosintrifosfórico (ATP). Puede ocasionar distrofia hepática grave y necrosis de los túbulos contorneados renales. Las manifestaciones clínicas de la intoxicación son fiebre, metahemoglobinemia y hemólisis, alteraciones nerviosas e irritación de la piel y mucosas.

El *dinocap* puede aumentar los niveles de fosfatasa alcalina en sangre; es un irritante moderado de la piel y las mucosas y produce alteraciones distróficas del hígado y riñón e hipertrofia miocárdica. En la intoxicación aguda se han observado alteraciones de la termorregulación, convulsiones clónicas y dificultad respiratoria.

El *hexaclorobenzeno* (HCB) se acumula en la grasa corporal. Interfiere con el metabolismo de las porfirinas, aumentando la excreción urinaria de coproporfirinas y uroporfirinas; asimismo aumenta los niveles de transaminasas y deshidrogenasas en sangre. Puede ocasionar daño hepático (hepatomegalia y cirrosis), fotosensibilidad cutánea, una porfiria semejante a la porfiria cutánea tarda, artritis e hirsutismo (enfermedad del mono). Es un irritante cutáneo. La intoxicación crónica requiere un tratamiento prolongado, fundamentalmente sintomático, y no siempre revierte al cesar la exposición. Está clasificado como posible cancerígeno humano (grupo 2B) por la IARC.

El *milneb* puede causar trastornos gastrointestinales, debilidad, descenso de la temperatura corporal y leucopenia.

El *nirit* posee propiedades hemotóxicas y produce anemia y leucocitosis, con granulaciones tóxicas de los leucocitos, además de alteraciones degenerativas hepáticas, esplénicas y renales.

Las *quinonas*, en general, causan trastornos hemáticos (metahemoglobinemia, anemia), afectan al hígado, alteran el metabolismo de las vitaminas, en particular el del ácido ascórbico, y son irritantes de las vías respiratorias y los ojos. El *cloranil* y la *diclona* son los derivados de quinonas más utilizados como fungicidas.

El *tiabendazol* causa involución tímica, depleción coloide en el tiroides y aumento del tamaño del hígado y del riñón. También se utiliza como antihelmíntico en el ganado vacuno.

Medidas de salud y seguridad

Etiquetado y almacenamiento

Los requisitos de etiquetado de los plaguicidas establecidos en la legislación nacional e internacional son de aplicación obligada tanto para los productos químicos importados como para los nacionales. La etiqueta debe contener la información esencial siguiente: nombre aprobado y nombre comercial del producto; nombre del fabricante, envasador o proveedor; instrucciones de uso; precauciones a adoptar durante su uso, incluyendo detalles del equipo protector necesario; síntomas de intoxicación y tratamiento de primeros auxilios para casos en que se sospeche el envenenamiento.

Cuanto más elevado sea el grado de toxicidad o riesgo del producto, más precisas deben ser las instrucciones de la etiqueta. Resulta práctico distinguir claramente los distintos grados de toxicidad mediante colores de fondo de la etiqueta y, en el caso de compuestos extremada o altamente peligrosos, incorporar el símbolo de peligro apropiado. A menudo, una cantidad adecuadamente etiquetada de plaguicida a granel se envasa localmente en recipientes más pequeños. Cada uno de éstos ha de llevar en tal caso una etiqueta similar y debe prohibirse el reenvasado en recipientes que hayan contenido productos alimenticios o que puedan confundirse fácilmente con recipientes de productos alimenticios. En el transporte de estos pequeños envases deben aplicarse las mismas normas que para el transporte de los grandes. (Véase el capítulo *Utilización, almacenamiento y transporte de productos químicos*).

Los plaguicidas de riesgo moderado o elevado deben almacenarse de tal forma que sólo tengan acceso a ellos personas autorizadas. En especial, hay que evitar cualquier contacto de los niños con concentrados o residuos de plaguicidas. A menudo se producen derrames en las salas de almacenamiento o reenvasado, y deben ser limpiados con cuidado. Las salas de almacenamiento deben estar sólidamente construidas y provistas de buenas cerraduras. Los suelos deben mantenerse limpios y los plaguicidas claramente identificados. Si se lleva a cabo en ellas el reenvasado, debe disponerse de iluminación y ventilación adecuadas; los suelos deben ser impermeables y sólidos; debe haber instalaciones de lavado y ha de prohibirse comer, beber y fumar en la zona.

Algunos compuestos reaccionan con otros productos químicos o con el aire; esta circunstancia debe tenerse en cuenta cuando se planifican las instalaciones de almacenamiento. Algunos ejemplos son las sales de cianuro (que reaccionan con ácido para producir gas cianhídrico) y el diclorvos (que se vaporiza en contacto con el aire). (El diclorvos está clasificado como posible cancerígeno humano del grupo 2B por la IARC).

Mezcla y aplicación

La mezcla y la aplicación pueden constituir las fases más peligrosas del uso de los plaguicidas, ya que es en ellas cuando el trabajador está expuesto al concentrado. La mezcla debe reservarse, por tanto, a determinadas personas que conozcan a fondo los riesgos y dispongan de todo lo necesario para hacer frente a una contaminación accidental. Incluso cuando la mezcla presenta una toxicidad tal que permita su utilización con un reducido equipo de protección individual (EPI), el personal ocupado de la mezcla debe disponer de un equipo más completo y utilizarlo.

Con los plaguicidas de riesgo moderado o elevado casi siempre se requiere algún tipo de equipo de protección. La elección de los elementos concretos del equipo dependerá de la toxicidad del

plaguicida y de la forma en que se manipule. Además de este equipo de protección habrá que contar con instrucciones para su limpieza, mantenimiento y renovación adecuados.

Allí donde las condiciones climáticas impidan el uso de algunos tipos de equipo de protección pueden aplicarse otros posibles métodos: la protección a través de la distancia, la protección por efecto del tiempo y la protección mediante el cambio del método de trabajo. La protección a través de la distancia implica la modificación del equipo utilizado para la aplicación, de forma que la persona esté lo más lejos posible del plaguicida, teniendo en cuenta las posibles rutas de absorción de un compuesto específico.

La protección por efecto del tiempo implica la limitación de las horas de trabajo. La idoneidad de este método depende de que el plaguicida se elimine rápidamente o sea acumulativo. Se produce acumulación de algunos compuestos en el cuerpo cuando la velocidad de excreción es más lenta que la de absorción. Con otros compuestos puede darse una acumulación del efecto cuando la persona está expuesta a dosis pequeñas repetidas, que individualmente no producen síntomas.

La protección mediante el cambio del método de trabajo implica una reconsideración de toda la operación. Los plaguicidas difieren de otros compuestos en que pueden ser aplicados desde la tierra o desde el aire. En la aplicación desde la tierra, los cambios de método dependen en gran parte de la elección del equipo y de la naturaleza física del producto a aplicar.

Los plaguicidas aplicados desde el aire pueden estar formulados como líquidos, polvos o gránulos. Los líquidos se pueden rociar desde altitudes muy bajas, frecuentemente en forma de gotas finas de formulaciones concentradas, conocidas como aplicaciones de volumen ultrabajo (VUB). La desviación por el viento constituye un problema, especialmente, en el caso de los líquidos y los polvos. La aplicación aérea es en general adecuada para tratar grandes extensiones, pero implica riesgos especiales para los pilotos y los trabajadores de tierra. Los pilotos pueden resultar afectados por el derrame de las tolvas, por la penetración de plaguicida en la cabina y por el vuelo sobre la franja recientemente tratada a través de la corriente formada. Incluso grados menores de absorción de algunos plaguicidas o sus efectos locales, como los que causa, por ejemplo, un compuesto organofosforado en el ojo, pueden afectar a un piloto hasta impedirle mantener el grado de vigilancia necesaria para volar bajo. No debe permitirse a los pilotos intervenir en estas operaciones de aplicación de plaguicidas a menos que hayan sido especialmente entrenados en los aspectos antes mencionados, aparte de los específicamente referidos al vuelo.

En tierra pueden resultar afectados los cargadores y los señalizadores. A los primeros se aplican los mismos principios que al resto de personas que manipulan plaguicidas a granel. Los señalizadores marcan la franja de terreno a rociar y pueden resultar seriamente contaminados si el piloto calcula mal el momento del rociado. Pueden colocarse globos o banderas por delante o enfrente, sin que los propios trabajadores deban actuar como señalizadores dentro del plan de vuelo.

Otras restricciones

Los riesgos de los plaguicidas no terminan con su aplicación. En el caso de los compuestos más tóxicos, existe un peligro real para los trabajadores que penetran demasiado pronto en la zona tratada. Por consiguiente, es importante que tanto ellos como el público en general sean informados de las zonas tratadas con plaguicidas tóxicos y de las fechas en que se puede entrar en ellas. Es importante además proceder a la recolección de los cultivos una vez que haya transcurrido un período suficiente para que se haya degradado el plaguicida, a fin de evitar la presencia de residuos excesivos en los alimentos.

Eliminación de plaguicidas y envases. Los derrames de plaguicidas en cualquier etapa de su almacenamiento o manipulación deben tratarse con sumo cuidado. Los preparados líquidos pueden reducirse a sólidos por evaporación. El barrido en seco de productos sólidos siempre es peligroso, por lo que ha de procederse a eliminarlos por aspiración o disolviéndolos con agua u otros disolventes. En el campo, los productos se han de eliminar con agua a través de un sumidero adecuado. Cuando en la zona haya animales domésticos o aves de corral, la capa de suelo más superficial contaminada debe ser retirada y enterrada. Han de utilizarse sumideros para la eliminación de las aguas contaminadas procedentes de la limpieza de los equipos de aplicación, la ropa o las manos. Estos sumideros deben tener una profundidad mínima de 30 cm y estar convenientemente separados de los pozos y cauces de agua.

Los envases de plaguicidas vacíos deben recogerse con cuidado o eliminarse de forma segura. Las envolturas de plástico y los envases de papel o de cartón se triturarán y se enterrarán profundamente, o bien se procederá a quemarlos en un incinerador. Los envases metálicos de algunos plaguicidas pueden descontaminarse siguiendo las instrucciones del fabricante. Deben señalizarse claramente con el aviso: "No utilizar para alimentos ni para agua de bebida, ni para uso doméstico".

Higiene y primeros auxilios

Los plaguicidas con un riesgo moderado o elevado que pueden ser absorbidos rápidamente por la piel, obligan a tomar precauciones especiales. Allí donde los trabajadores puedan resultar accidentalmente contaminados con grandes cantidades de concentrado, como en las fábricas o en los centros de mezclado, hay que instalar duchas, aparte de los lavabos habituales. Deben adoptarse las medidas necesarias para lavar las ropas y monos de trabajo; en todo caso, no debe permitirse que el trabajador los lave en su casa.

Dado que los plaguicidas se aplican normalmente fuera de la fábrica, debe disponerse de instalaciones de lavado en el lugar de trabajo, aun cuando éste se encuentre en campos alejados. Los trabajadores no han de lavarse en canales ni ríos, cuyas aguas podrán utilizarse con otros fines; el agua de los lavabos debe eliminarse según lo indicado más arriba. Debe prohibirse terminantemente fumar, comer y beber antes de lavarse cuando se manipulen o usen plaguicidas de toxicidad moderada o elevada.

Cuando exista un antídoto que pueda utilizarse rápidamente como medida de primeros auxilios para un plaguicida específico (como la atropina para la intoxicación con organofosforados), ha de ponerse al alcance de los trabajadores e instruir a éstos sobre el método de empleo. Cuando se utilice un plaguicida a gran escala, las personas responsables de su distribución han de informar al personal sanitario de la región. Debe definirse bien la naturaleza del producto utilizado, a fin de que los médicos puedan disponer de antídotos específicos y saber dónde son aplicables y cómo reconocer los casos de intoxicación, aparte de disponer de los medios necesarios para realizar un diagnóstico diferencial adecuado, incluso del tipo más sencillo, como papeles reactivos para determinar los niveles de colinesterasa. Es esencial una rigurosa supervisión médica rutinaria de los trabajadores altamente expuestos a concentrados, como en la fabricación y envasado de los plaguicidas, incluidas la realización de pruebas de laboratorio y el mantenimiento de los registros.

Formación

Aunque todos los trabajadores que utilizan plaguicidas de riesgo moderado o elevado deben tener una sólida formación acerca de su uso, esta formación adquiere aún más importancia si el plaguicida es extremadamente tóxico. Los planes de formación deberán

abarcar aspectos como los siguientes: toxicidad de los compuestos utilizados y vías de absorción; manipulación de los concentrados y formulaciones; métodos de uso; limpieza del equipo; precauciones a adoptar y equipo de protección necesario; mantenimiento del equipo de protección; evitación de la contaminación de otros cultivos, alimentos y aguas; síntomas precoces de intoxicación y medidas de primeros auxilios. La formación se debe adecuar rigurosamente al plaguicida utilizado y, en el caso de compuestos extremadamente peligrosos, es conveniente conceder un diploma previa superación de un examen en el que se demuestren poseer, efectivamente, buenos conocimientos de los riesgos y procedimientos a seguir.

Medidas de salud pública

Cuando se utilizan plaguicidas, deben realizarse todos los esfuerzos posibles para evitar la contaminación de los suministros de aguas, tanto si están reconocidos oficialmente como tales o no. No debe considerarse sólo la aplicación real (contaminación inmediata), sino también la contaminación remota por arrastres provocados por la lluvia en zonas recién tratadas. Aunque en las corrientes de agua naturales los plaguicidas pueden diluirse hasta tal punto que el agua contaminada no resulte peligrosa por sí misma, no debe olvidarse el efecto sobre los peces, las plantas acuáticas utilizadas como alimento y cultivadas en los cursos de agua, y la vida salvaje en general. Dichos riesgos pueden ser económicos, no directamente relacionados con la salud, pero no por ello son menos importantes.

● DIRECTRICES DE LA OMS PARA LA CLASIFICACION DE LOS PLAGUICIDAS SEGUN EL RIESGO*

Los distintos productos se clasifican en una serie de tablas en función de su toxicidad oral y cutánea y de su estado físico. Los productos de clase técnica incluidos en la Clase IA (extremadamente peligrosos), en la Clase IB (altamente peligrosos), en la Clase II (moderadamente peligrosos) y en la Clase III (ligeramente peligrosos) figuran en las Tablas 62.1, 62.2, 62.3 y 62.4, respectivamente. En la Tabla 62.5 se indican los productos de clase técnica que es improbable que presenten riesgo agudo en el uso normal. La clasificación de las Tablas 62.1 a 62.5 se aplica a compuestos de clase técnica y sólo constituye un punto de partida para la clasificación final de la formulación real: la clasificación final de cualquier producto depende de su formulación. No se incluye la clasificación de las mezclas de plaguicidas; muchas de estas mezclas se comercializan con concentraciones variables de principios activos. (Véase información sobre el modo de determinar la clase de riesgo de las formulaciones y mezclas en OMS 1996). La clasificación no incluye productos de clase técnica considerados obsoletos o en desuso (véase la Tabla 62.6). La Tabla 62.7 incluye fumigantes gaseosos no incluidos en la *Clasificación recomendada de plaguicidas según el riesgo de la OMS*.

Seguidamente se explican los códigos y abreviaturas utilizados en las distintas columnas de las tablas.

Nombre

La primera columna de las tablas da el nombre aprobado de los principios activos. Dado su elevado número, no se incluyen nombres comerciales.

*Adaptado de la OMS 1996.

Situación

Se utilizan las abreviaturas siguientes:

- ISO: nombre común aprobado por la Organización Internacional de Normalización (ISO). Cuando existen estas denominaciones, la OMS las prefiere a cualesquiera otros nombres comunes. No obstante, algunos de estos nombres puede que no estén adoptados para su uso a nivel nacional en algunos países. Si las letras ISO aparecen entre paréntesis (p. ej., en el caso de la fentina acetato), significa que la ISO ha normalizado (o está en proceso de normalizar) el nombre de la base, pero no el de los derivados incluidos en la columna "Nombre". (Fentina es un nombre ISO, pero fentina acetato no).
- N(): nombre aprobado por un ministerio u otro organismo nacional, que se expresa entre paréntesis de la forma siguiente: A: Environmental Protection Agency (EPA) de Estados Unidos, o American National Standards Institute (ANSI), o Weed Science Society of America, o Entomological Society of America; B: British Standards Institution o Comisión de la Farmacopea Británica; F: Asociación Francesa de Normalización; J: Ministerio Japonés de Agricultura y Silvicultura; U: Gosudarstvennyi Komitet Standartov, antigua URSS.
- C: Denominación química, común u otra denominación.

Uso principal

En la mayoría de los casos solamente se cita un uso. Ello se hace así solamente con fines de identificación, sin que queden excluidos otros usos. Se utilizan las abreviaturas siguientes:

- AC: acaricida
- AP: aficida
- B: bacteriostático (tierra)
- FM: fumigante
- F: fungicida, diferente de los de tratamiento de semillas
- FST: fungicida, para tratamiento de semillas
- H: herbicida
- I: insecticida
- IGR: regulador del crecimiento de los insectos
- Ix: ixodocida (para la lucha contra garrapatas)
- L: larvicida
- M: molusquicida
- N: nematocida
- O: otros usos para patógenos de plantas
- PGR: regulador del crecimiento de las plantas
- R: rodenticida
- RP(): repelente (especies)
- -S: aplicado al suelo; no utilizado con herbicidas ni reguladores del crecimiento de las plantas
- SY: sinérgico

Tipo químico

En esta columna se cita un número limitado de tipos químicos. La mayoría tienen interés en el sentido de que pueden poseer un antídoto común o pueden confundirse, en la nomenclatura, con otros tipos químicos. Por ejemplo, los tiocarbamatos no son inhibidores de la colinesterasa y no tienen los mismos efectos que los carbamatos. Se utilizan las abreviaturas siguientes.

- C: carbamato
- CNP: derivado del cloronitrofenol
- OC: compuesto organoclorado
- OM: compuesto organomercurial
- OP: compuesto organofosforado
- OT: compuesto organoestánico
- P: derivado piridílico

- PA: derivado del ácido fenoxiacético
- PY: piretroide
- T: derivado triazínico
- TC: tiocarbamato.

Estas clasificaciones de compuestos químicos se incluyen solamente por razones de comodidad, y no constituyen una recomendación de la OMS acerca de la forma en que deban clasificarse los plaguicidas. Además, algunos plaguicidas pueden estar incluidos en más de un tipo.

El tipo químico no se indica cuando el propio nombre lo aclara.

Estado físico

Se refiere solamente al compuesto de grado técnico. Se utilizan los siguientes.

- L: líquido, incluidos los productos sólidos con punto de fusión inferior a 50 °C
- aceite: líquido oleoso, se refiere únicamente al estado físico
- S: sólido, incluidas las ceras.

En algunos casos puede ocurrir que, cuando el producto técnico es un sólido, haya que clasificar las formulaciones líquidas muy concentradas en una clase más peligrosa. En la mayoría de los casos, los aceites se han clasificado como líquidos a no ser que sean muy viscosos a temperaturas normales.

Vía

Se utilizan valores correspondientes a la vía oral, a menos que los valores de la vía dérmica hagan que el producto se incluya en una clase peligrosa o sean significativamente más bajos que los valores orales, aun dentro de una misma clase. Se utilizan las abreviaturas siguientes:

- D: dérmico
- O: oral.

DL₅₀ (mg/kg)

El valor de la DL₅₀ es una estimación estadística del número de mg de tóxico por kg de peso corporal que se requieren para provocar la muerte del 50 % de una amplia población de animales estudiados; a no ser que se establezca otra especie, como animal de experimentación se utiliza la rata. Se indica un solo valor: cuando éste va precedido de una "c", significa que se encuentra comprendido en un intervalo más amplio del habitual, adoptado con fines de clasificación; cuando va precedido del signo "+", se quiere indicar que los fallecimientos a la dosis especificada correspondían a menos del 50 % de los animales estudiados.

Los datos de toxicidad de los piretroides son muy variables según las relaciones de isómeros, el vehículo para la administración oral y la cría de los animales estudiados. La variabilidad se refleja en el prefijo "c". El valor único de DL₅₀ elegido ahora con fines de clasificación se basa en la administración en aceite de maíz y es mucho menor que en solución acuosa. Como consecuencia se han producido cambios considerables en la clasificación de algunos productos y queda clara la necesidad de una clasificación según la formulación si el etiquetado debe reflejar el riesgo real.

Los datos de esta columna no son medianas; por el contrario, se incorpora un margen de seguridad eligiendo en la mayor parte de los casos el límite inferior de confianza. Cuando existe una diferencia relacionada con el sexo en los valores de la DL₅₀, se utiliza el valor correspondiente al sexo más sensible. Se han realizado diversos ajustes de clasificación en algunos plaguicidas, los cuales se explican. Los casos límites han sido incluidos en la clase más o menos peligrosa después de considerar su toxicología y la experiencia en su uso.

En la Tabla 62.5 se incluyen varios plaguicidas que es improbable que presenten riesgos agudos en su uso normal. La clasificación de la OMS es abierta, pero es evidente que debe haber un punto en el que el riesgo agudo planteado por el uso de estos compuestos sea tan bajo que resulte despreciable siempre que se adopten las precauciones necesarias. A los efectos de esta tabla, se supone que este punto es una DL₅₀ de 2.000 mg/kg para los sólidos y de 3.000 mg/kg para los líquidos. En todo caso, no se debe olvidar que, en formulaciones de estos productos técnicos, los disolventes o los vehículos pueden presentar un riesgo mayor que el plaguicida real, por lo que quizá haya que clasificar la formulación en una clase de mayor riesgo.

Los plaguicidas biológicos no están incluidos en la clasificación de la OMS porque los métodos de los ensayos de seguridad de los agentes biológicos vivos no son apropiados para clasificar los métodos aplicados a los compuestos químicos.

Observaciones

Cuando se ha ajustado la clasificación de un producto de grado técnico, se explica la justificación en esta columna. Se han detectado propiedades irritantes importantes, pero éstas no afectan a la clasificación. Cuando la denominación de un producto de grado técnico tiene una referencia cruzada, el producto de referencia se encontrará en la misma tabla. Se utilizan abreviaturas para indicar que una Hoja de Datos (DS) de la OMS/FAO o una publicación de la serie sobre Criterios de Salud Ambiental (EHC) del Programa Internacional de Seguridad de los Productos Químicos (IPCS) o una Guía sobre Salud y Seguridad (HSG) contiene más información sobre el producto; el número correspondiente a la publicación sigue a la abreviatura.

Tabla 62.1 • Lista de productos de grado técnico clasificados en la Clase IA: "Extremadamente peligrosos".

Denominación	Situación	Uso principal	Tipo químico	Estado físico	Via	DL ₅₀ (mg/kg)	Observaciones
Acroleína	C	H		L	0	29	EHC 127; HSG 67
Alacloro	ISO	H		S	0	930	Clasificación ajustada; cancerígeno en ratas y ratón; DS 84
Aldicarb	ISO	I-S	C	S	0	0,93	DS 53; EHC 121; HSG 64
Arsenioso, óxido	C	R		S	0	180	Clasificación ajustada: dosis letal mínima para humanos de 2 mg/kg; la evidencia de carcinogenicidad para humanos es suficiente; EHC 18; HSG 70
Brodifacum	ISO	R		S	0	0,3	DS 57; EHC 175; HSG 93
Bromadialon	ISO	R		S	0	1,12	DS 88; EHC 175; HSG 94
Brometalin	ISO	R		S	0	2	
Cálcico, cianuro	C	FM		S	0	39	Clasificación ajustada; el cianuro cálcico está en la Clase IA y reacciona con la humedad formando gas de cianuro de hidrógeno; el gas no está clasificado por el sistema de la OMS (véase Tabla 62.7)
Captafol	ISO	F		S	0	5,000	Clasificación ajustada; cancerígeno en ratas y ratón; HSG 49
Cicloheximida	ISO	F		S	0	2	
Clorfenvinfos	ISO	I	OP	L	0	10	
Clormefos	ISO	I	OP	L	0	7	
Clorofacinona	ISO	R		S	0	3,1	DS 62; EHC 175
Clortiofos	ISO	I	OP	L	0	9,1	
Cumafos	ISO	AC, MT	OP	L	0	7,1	
CVP	N(J)						Véase clorfenvinfos
DBCP	N(J)						Véase dibromocloropropano
Demefion-O y -S	ISO	I	OP	L	0	15	
Demeton-O y -S	ISO	I	OP	L	0	2,5	DS 60
Dibromocloropropano	C	F-S		L	0	170	Clasificación ajustada; se ha encontrado que provoca esterilidad en humanos y es mutagénico y cancerígeno en animales
Difacinona	ISO	R		S	0	2,3	EHC 175
Difenacum	ISO	R		S	0	1,8	EHC 175; HSG 95
Difetialone	ISO	R		S	0	0,56	EHC 175
Difolatan	N(J)						Véase captafol
Dimefox	ISO	I	OP	L	0	1	Volátil
Disulfoton	ISO	I	OP	L	0	2,6	DS 68
EPN	N(A,J)	I	OP	S	0	14	Se ha comunicado que provoca neurotoxicidad retardada en gallinas
Escilirósido	C	R		S	0	c0,5	Inductor del vómito en mamíferos
Etiltiometon	N(J)						Véase disulfoton
Etoprofos	ISO	I-S	OP	L	D	26	DS 70
Etoprop	N(A)						Véase etoprofos
Fenamifos	ISO	N	OP	L	0	15	DS 92

Continúa en la página siguiente.

Tabla 62.1 • Lista de productos de grado técnico clasificados en la Clase IA: "Extremadamente peligrosos".

Continuación.

Denominación	Situación	Uso principal	Tipo químico	Estado físico	Vía	DL ₅₀ (mg/kg)	Observaciones
Fenilmercurio, acetato de	ISO	FST		S	0	24	Clasificación ajustada; altamente tóxico para mamíferos y dosis muy pequeñas han producido lesiones renales; teratogénico en rata
Fensulfoton	ISO	I	OP	L	0	3,5	DS 44
Flocumafen	N(B)	R		S	0	0,25	EHC 175
Fluoroacetato sódico	C	R		S	0	0,2	DS 16
Fonofos	ISO	I-S	OP	L	0	c8	
Forato	ISO	I	OP	L	0	2	DS 75
Fosfamidón	ISO	I	OP	L	0	7	DS 74
Fosfolán	ISO	I	OP	L	0	9	
Hexaclorobenzeno	ISO	FST		S	D	10.000	Clasificación ajustada; ha provocado un brote grave de porfiria en humanos; DS 26
Jacinto rojo							Véase escilirósido
Leptofos	ISO	I	OP	S	0	50	Clasificación ajustada; se ha demostrado que es un agente neurotóxico con efecto retardado; DS 38
M74	N(J)						Véase disulfoton
MBCP	N(J)						Véase leptofos
Mefosfolán	ISO	I	OP	L	0	9	
Mercaptofos	N(U)						Cuando se mezcla con mercaptofosteolovi, véase demeton -O y -S
Mercúrico, cloruro	ISO	F-S		S	0	1	
Metafos	N(U)						Véase metilparation
Metilparation	ISO	I	OP	L	0	14	DS 7; EHC 145; HSG 75
Mevinfos	ISO	I	OP	L	D	4	DS 14
Nitrofen	ISO	H		S	0	c3,000	Clasificación ajustada; cancerígeno en ratas y ratón teratogénico en varias especies ensayadas; DS 84
Paration	ISO	I	OP	L	0	13	DS 6; HSG 74
Protoato	ISO	AC,I	OP	L	0	8	
Scradán	ISO	I	OP	L	0	9	
Sulfotep	ISO	I	OP	L	0	5	
TEPP	ISO	AC	OP	L	0	1.1	
Terbufos	ISO	I-S	OP	L	0	c2	
Timet	N(U)						Véase forato
Tiofos	N(U)						Véase paration
Tionazina	ISO	N	OP	L	0	11	

Fuente: OMS 1996.

Tabla 62.2 • Lista de productos de grado técnico clasificados en la Clase IB: "Altamente peligrosos".

Denominación	Situación	Uso principal	Tipo químico	Estado físico	Vía	DL ₅₀ (mg/kg)	Observaciones
3-cloro-1,2-propanodiol	C	R		L	O	112	A dosis no letales provoca esterilidad de ratas macho
Aldoxicarb	ISO	I,N	C	S	O	27	
Aldrin	ISO	I	OC	S	D	98	DS41; EHC 91; HSG 21
Alílico, alcohol	C	H		L	O	64	Altamente irritante cutáneo y ocular
Aminocarb	ISO	I	C	S	O	50	
Antu	ISO	R		S	O	8	Inductor del vómito en perros. Algunas impurezas son cancerígenas
Benfuracarb	N(B)	I	C	L	O	138	
Bis(tributilestaño), óxido de	C	F,M		L	O	194	Irritante cutáneo. DS 65; EHC 15
Blasticidin S	N(J)	F		S	O	16	
Butocarboxim	ISO	I	C	L	O	158	
Butoxicarboxim	ISO	I	C	L	D	288	
Cadusafos	ISO	N,I	OP	L	O	37	
Calcio, arseniato de	C	I		S	O	20	
Carbofenotion	ISO	I	OP	L	O	32	
Carbofurán	ISO	I	C	S	O	8	DS 56
Crotoxifos	ISO	I	OP	L	O	74	
Cumacloro	ISO	R		S	D	33	
Cumatetralilo	ISO	R		S	O	16	
DDVF	N(U)						Véase diclorvos
DDVP	N(J)						Véase diclorvos
Delnav	N(U)						Véase dioxation
Demeton-S-metilo	ISO	I	OP	L	O	40	DS 61
Demeton-S-metilsulfona	ISO	I	OP	S	O	37	
Diclorvos	ISO	I	OP	L	O	56	Volátil, DS 2; EHC 79; HSG 18
Dicrototos	ISO	I	OP	L	O	22	
Dieldrin	ISO	I	OC	S	O	37	DS 17; EHC 91
Dimetilán	N(A,B)	I	C	S	O	47	
Dinoseb	ISO	H	CNP	L	O	58	
Dinoseb, acetato de	ISO	H	CNP	L	O	60	
Dinoterb	ISO	H	CNP	S	O	25	
Dioxation	ISO	I	OP	L	O	23	
DMTP	N(J)						Véase metidation
DNBP	N(J)						Véase dinoseb
DNBPA	N(J)						Véase dinoseb, acetato de
DNOC	ISO	I-S,H	CNP	S	O	25	
EDDP	N(J)						Véase edifenfos
Edifenfos	ISO	F	OP	L	O	150	
Endrin	ISO	I	OC	S	O	7	DS 1; EHC 130; HSG 60
ESP	N(J)	I	OP	L	O	105	
Estricnina	C	R		S	O	16	
Etil azinfos	ISO	I	OP	S	O	12	DS 72
Etil pirimifos	ISO	I	OP	L	O	140	
Etilbromofos	ISO	I	OP	L	O	71	
Famfur	N(A)	I	OP	S	O	48	

Continúa en la página siguiente.

Tabla 62.2 • Lista de productos de grado técnico clasificados en la Clase IB: "Altamente peligrosos".

Continuación.

Denominación	Situación	Uso principal	Tipo químico	Estado físico	Vía	DL ₅₀ (mg/kg)	Observaciones
Fenilmercurio, nitrato de	C	FST	OM	S			DL ₅₀ oral no disponible, DL ₅₀ i.v. de rata 27 mg/kg
Flucitrinato	ISO	I	PY	L	0	c67	Irritante cutáneo y ocular
Fluoroacetamida	C	R		S	0	13	
Formetanato	ISO	AC	C	S	0	21	
Fosmetilán	ISO	I	OP	S	0	49	Irritante cutáneo y ocular.
Furatiocarb	N(B)	I-S	C	L	0	42	
Heptenofos	ISO	I	OP	L	0	96	
Isazofos	ISO	I-S	OP	L	0	60	
Isofenfos	ISO	I	OP	aceite	0	28	
Isotioato	ISO	I	OP	L	0	150	
Isoxation	ISO	I	OP	L	0	112	
Mecarbam	ISO	I	C	aceite	0	36	
Mercurico, óxido	ISO	O	S	O	0	18	
Metamidofos	ISO	I	OP	L	0	30	HSG 79
Metidation	ISO	I	OP	L	0	25	
Metil azinfos	ISO	I	OP	S	0	16	DS 59
Metil mercaptosfosksid	N(U)						Véase metil oxidemeton
Metil mercaptofosteolovi	N(U)						Véase demeton-S-metil
Metil oxidemeton	ISO	I	OP	L	0	65	
Metil triazotion	N(U)						Véase metil azinfos
Metomil	ISO	I	C	S	0	17	DS 55, EHC 178; HSG 97
Monocrotofos	ISO	I	OP	S	0	14	HSG 80
MPP	N(J)						Véase fention
Nicotina	ISO			L	D	50	
Omtoato	ISO	I	OP	L	0	50	
Oxamil	ISO	I	C	S	0	6	DS 54
Oxideprofos	N(B)						Véase ESP
Pentaclorofenol	ISO	I,F,H	CNP	S	D	80	Irritante cutáneo; EHC 71; HSG 19
Plomo, arseniato de	C	L		S	0	c10	
Propafos	N(J)	I	OP	L	0	70	
Propetamfos	ISO	I	OP	L	0	106	
Sódico, arsenito	C	R		S	0	10	
Sódico, cianuro	C	R		S	0	6	
Talio, sulfato de	C	R		S	0	11	DS 10
TBTO							Véase bis-(tributiltin), óxido
Teflutrin	N(B)	I-S	PY	S	0	c22	
Tiofanox	ISO	I-S	C	S	0	8	
Tiometon	ISO	I	OP	aceite	0	120	DS 67
Tioxamil							Véase oxamil
Triamifos	ISO	F		S	0	20	
Triazofos	ISO	I	OP	L	0	82	
Triazotion	N(U)						Véase etil azinfos
Vamidotion	ISO	I	OP	L	0	103	
Verde París	C	L		S	0	22	Complejo cobre-arsénico
Warfarina	ISO	R		S	0	10	DS 35, EHC 175; HSG 96
zeta-Cipermetrin	ISO	I	PY	L	0	c86	
Zinc, fosfuro de	C	R		S	0	45	DS 24, EHC 73

Fuente = OMS 1996.

Tabla 62.3 • Lista de productos de grado técnico clasificados en la Clase II: "Moderadamente peligrosos".

Denominación	Situación	Uso principal	Tipo químico	Estado físico	Vía	DL ₅₀ (mg/kg)	Observaciones
Alanicarb	ISO	I	C	S	0	330	
alfa-Cipermetrin	ISO	I	PY	S	0	c79	EHC 142
Alidoclor	ISO	H		L	0	700	Irritante cutáneo y ocular
Anilofos	ISO	H		S	0	472	
Azaconazol	N(B)	F		S	0	308	
Azociclotin	ISO	AC	OT	S	0	80	
Bendiocarb	ISO	I	C	S	0	55	DS 52
Bensulida	ISO	H		L	0	270	
Benzofos	N(U)						Véase fosadona
beta-Ciflutrin	ISO	I	PY	S	0	450	
beta-Cipermetrin	ISO	I	PY	S	0	166	
BHC	ISO						Véase HCH
Bifentrin	N(B)	I	PY	S	0	c55	
Bilanafos	ISO	H		S	0	268	
Binapacril	ISO	AC		S	0	421	
Bioaletrin	C	I	PY	L	0	c700	Bioaletrin, esbiotrin, esbiol y esdepalettrin son miembros de la serie de aletrinas; su toxicidad varía considerablemente dentro de la serie según la concentración de isómeros.
Bistiosemi	N(J)	R		S	0	c150	Inductor de vómitos en no roedores
BPMC							Véase fenobucarb
Bromoxinil	ISO	H		S	0	190	
Bronopol	N(B)	B		S	0	254	
Bufencarb	ISO	I	C	S	0	87	
Butanifos	ISO	H		L	0	630	
Butenaclor	ISO	H		L	0	1.630	
Butilamina	ISO	F		L	0	380	Irritante cutáneo
Camfeclor	ISO	I	OC	S	0	80	DS 20; EHC 45
Carbaril	ISO	I	C	S	0	c300	DS 3; EHC 153; HSG 78
Carbation	N(U)						Véase metam-sodio
Carbosulfan	ISO	I		L	0	250	
Cartap	ISO	I		S	0	325	
Cianazina	ISO	H	T	S	0	288	
Cianofenfos	ISO	I	OP	S	0	89	Se ha comprobado que es neurotóxico con acción retardada para las gallinas; ha dejado de fabricarse.
Cianofos	ISO	I	OP	L	0	610	
Cifenotrin [isómeros-(1R)]	ISO	I	PY	L	0	318	
Ciflutrin	ISO	I	PY	S	0	c250	
Cihalotrin	ISO	Ix	PY	aceite	0	c144	EHC 99
Cipermetrin	ISO	I	PY	S	0	c250	DS 58; EHC 82; HSG 22
Ciprofuram	ISO	F		S	0	174	
cis-furconazol	ISO	F		S	0	450	

Continúa en la página siguiente.

Tabla 62.3 • Lista de productos de grado técnico clasificados en la Clase II: "Moderadamente peligrosos".

Continuación

Denominación	Situación	Uso principal	Tipo químico	Estado físico	Vía	DL ₅₀ (mg/kg)	Observaciones
Clomazona	ISO	H		L	0	1.369	
Cloralose	C	R		S	0	400	
Clordán	ISO	I	OC	L	0	460	DS 36; EHC 34; HSG 13
Clordimeform	ISO	AC	OC	S	0	340	
Clorfenamidina	N(J)						Véase clordimeform
Clorfonio	ISO	PGR		S	0	178	Irritante cutáneo y ocular
Clorpirifos	ISO	I	OP	S	0	135	DS 18
Cobre, sulfato de	C	F		S	0	300	
Cuproso, óxido	C	F		S	0	470	
CYAP	N(J)						Véase cianofos
CYP	N(J)						Véase cianofenos
2,4-D	ISO	H	PA	S	0	375	DS 37; EHC 29; EHC 84
DAPA	N(J)						Véase fenaminosulf
DDT	ISO	I	OC	S	0	113	DS 21; EHC 9; EHC 83
Deltametrin	ISO	I	PY	S	0	c135	DS 50; EHC 97; HSG 30
Dialato	ISO	H	TC	L	0	395	
Dialifor	N(A,J)						Véase dialifos
Dialifos	ISO	I	OP	S	D	145	
Diazinon	ISO	I	OP	L	0	300	DS 45
Dibrom	N (Dinamarca)						Véase naled
Diclofention	ISO	I-S	OP	L	0	270	
Difenzoquat	ISO	H		S	0	470	
Dimetoato	ISO	I	OP	S	0	c150	DS 42; EHC 90; HSG 20
Dinobuton	ISO	AC,F		S	0	140	
Dioxabenzofos	N(B)	I	OP	S	0	125	
Dioxacarb	ISO	I	C	S	0	90	
Diquat	ISO	H	P	S	0	231	Irritante cutáneo, ungueal y ocular; DS 40; EHC 39; HSG 52
Drazoxolon	(ISO)	FST		S	0	126	
ECP	N(J)						Véase diclofention
Endosulfán	ISO	I	OC	S	0	80	DS 15; EHC 40; HSG 17
Endotal-sodio	(ISO)	H		S	0	51	
EPBP	N(J)	I-S	OP	aceite	0	275	
EPTC	ISO	H	TC	L	0	1.652	
Esbiol							Véase bioaletrín
Esbiotrín							Véase bioaletrín
Esdepalettrín							Véase bioaletrín
Esfenvalerato	ISO	I	PY	S	0	87	
Etiofencarb	ISO	I	C	L	0	411	
Etión	ISO	I	OP	L	0	208	
Etrimfos	ISO	I	OP	L	0	1.800	

Continúa en la página siguiente

Tabla 62.3 • Lista de productos de grado técnico clasificados en la Clase II: "Moderadamente peligrosos".
Continuación.

Denominación	Situación	Uso principal	Tipo químico	Estado físico	Vía	DL ₅₀ (mg/kg)	Observaciones
Fenaminosulf	ISO	F-S		S	0	60	
Fenazaquin	ISO	AC		S	0	134	
Fenclorfos	ISO	I	OP	L	0	1.740	DS 69
Fenitrotión	ISO	I	OP	L	0	503	DS 30; EHC 133; HSG 65
Fenobucarb	N(B)	I	C	S	0	620	
Fenpropatrin	ISO	I	PY	S	0	c66	
Fentina acetato	(ISO)	F	OT	S	0	125	DS 22
Fentina hidróxido	(ISO)	F	OT	S	0	108	DS 22
Fention	ISO	I,,L	OP	L	D	586	DS 23
Fentoato	ISO	I	OP	L	0	c400	DS 48
Fenvalerato	ISO	I	PY	L	0	c450	EHC 95, DS 90; HSG 34
Fipronil	N(B)	I	Pirazol	S	0	92	
Fluvalinato	N(B)	I		aceite	0	282	Irritante cutáneo
Fluxofenim	ISO	H		aceite	0	670	
Formotion	ISO	I	OP	L	0	365	
Fosalone	ISO	I	OP	L	0	120	
Fosfamida	N(U)						Véase dimetoato
Fosmed	ISO	I,AC	OP	S	0	230	
Foxim	ISO	I	OP	L	D	1.975	DS 31
Ftalofos	N(U)						Véase fosmed
gamma-BHC							Véase gamma-HCH
Gamma-HCH	ISO	I	OC	S	0	88	DS 12; EHC 124; HSG 54
Guazatina	N(B)	FST		S	0	230	DL ₅₀ referida al triacetato
Haloxifop	N(A,B)	H		S	0	393	
HCH	ISO	I	OC	S	0	100	La DL ₅₀ varía en función de la mezcla de isómeros. Se ha elegido el valor y se ha asignado el producto técnico a la Clase II teniendo en cuenta el resultado de las propiedades acumulativas del isómero beta
Heptacloro	ISO	I	OC	S	0	100	DS 19; EHC 38; HSG 14
Imazalil	ISO	F		S	0	320	
Imidacloprid	N(B)	I	Nitroguanidina	S	0	450	
Iminoctadina	ISO	F		S	0	300	Irritante ocular
Ioxinil	ISO	H		S	0	110	
Ioxinil, octanoato de	(ISO)	H		S	0	390	
Isoprocarb	ISO	I	C	S	0	403	
lambda-Cihalotrin	N(B)	I	PY	S	0	c56	EHC 142; HSG 38
Lindane	ISO						Véase gamma-HCH
MEP	N(J)						Véase fenitrotión
Mercaptodimetur							Véase metiocarb
Mercurioso, cloruro	C	F		S	0	210	
Metacrifos	ISO	I	OP	L	0	678	
Metaldehido	ISO	M		S	0	227	

Continúa en la página siguiente.

Tabla 62.3 • Lista de productos de grado técnico clasificados en la Clase II: "Moderadamente peligrosos".

Continuación.

Denominación	Situación	Uso principal	Tipo químico	Estado físico	Vía	DL ₅₀ (mg/kg)	Observaciones
Metam-sodio	(ISO)	F-S		S	0	285	
Metasulfocarb	ISO	F		S	0	112	
Metil isotiocianato	ISO	F-S		S	0	72	Irritante cutáneo y ocular
Metiocarb	ISO	I	C	S	0	100	
Metolcarb	ISO	I	C	S	0	268	
MICP	N(J)						Véase isoprocarb
Molinato	ISO	H	TC	L	0	720	
MPMC							Véase xililcarb
Nabam	ISO	F	TC	S	0	395	Bociógeno en ratas
NAC	N(J)						Véase carbaril
Naled	ISO	I	OP	L	0	430	DS 39
Norbormida	ISO	R		S	0	52	
2,4-PA	N(J)						Véase 2,4-D
PAP	N(J)						Véase fentoato
Paraquat	ISO	H	P	S	0	150	Tiene efectos retardados graves si se absorbe. En condiciones reales de uso representa un riesgo bajo
Pebulato	ISO	H	TC	L	0	1.120	
Permetrin	ISO	I	PY	L	0	c500	DS 51; EHC 94; HSG 33
PHC	N(J)						Véase propoxur
Pindona	ISO	R		S	0	50	
Piperofos	ISO	H		aceite	0	324	
Piraclofos	N(B)	I	OP	L	0	237	
Pirazofos	ISO	F		S	0	435	
Piretrinas	C	I		L	0	500-1.000	Mezcla de compuestos presentes en <i>Pyrethrum</i> , <i>Cineraefolium</i> y otras flores; DS 11
Pirimicarb	ISO	AP	C	S	0	147	
Piroquilon	ISO	F		S	0	320	
Policlorcamfeno	N(U)						Véase camfeclor
Praletrin	ISO	I	PY	aceite	0	460	
Profenofos	ISO	I	OP	L	0	358	
Promacil	N(Aust)	Ix	C	L	0	1.220	
Promecarb	ISO	I	C	S	0	74	
Propiconazol	ISO	F		L	0	1.520	
Propoxur	ISO	I	C	S	0	95	DS 25
Prosulfocarb	ISO	H		L	0	1.820	
Protiofos	ISO	I	OP	L	0	925	
Quinalfos	ISO	I	OP	S	0	62	
Quizalofop-p-tefuril	ISO	H		L	0	1.012	
Reglone	N(U)						Véase diquat
Ronnel	N(A)						Véase fendlorfos
Rotenona	C	I		S	0	132-1.500	Compuestos de raíces de <i>Derris</i> y <i>Lonchocarpus</i> spp.; HSG 73

Continúa en la página siguiente.

Tabla 62.3 • Lista de productos de grado técnico clasificados en la Clase II: "Moderadamente peligrosos".
Continuación.

Denominación	Situación	Uso principal	Tipo químico	Estado físico	Via	DL ₅₀ (mg/kg)	Observaciones
Salition							Véase dioxabenzofos
SAP	N(J)						Véase bensulide
Sec-butilamina							Véase butilamina
Sevin	N(U)						Véase carbaril
Sódico, fluoruro	ISO	I		S	0	180	
Sódico, hexafluorosilicato	ISO	L-S		S	0	125	
Sulfallate	ISO	H		aceite	0	850	Irritante cutáneo y ocular
Sulprofos	ISO	I	OP	aceite	0	130	
2,4,5-T	ISO	H		S	0	500	Puede contener el contaminante TCDD, que tiene sus correspondientes efectos tóxicos; no debe exceder de 0,01 mg/kg material técnico; DS 13
TCA	ISO						Los datos indicados se refieren al ácido tricloroacético. En muchos países, el término TCA se refiere al ácido libre (ahora aceptado por ISO); éste es un sólido con una DL ₅₀ de 400 mg/kg y si se usa como plaguicida se incluye en la Clase II. Es muy corrosivo para la piel.
Terbumeton	ISO	H	T	S	0	483	
Tetraconazol	ISO	F		aceite	0	1.031	
Tiazafluron	ISO	H		S	0	278	
Tiazfluron	N(B)						Véase tiazafluron
Ticlofen	ISO	F		S	0	368	
Tiobencarb	ISO	H	TC	L	0	1.300	
Tiociclam	ISO	I		S	0	310	
Tiodán	N(U)						Véase endosulfán
Tiodicarb	ISO	I		S	0	66	
Tolil-metil-carbamato							Véase metolcarb
Toxafeno	N(A)						Véase camfeclor
Tralometrin	N(B)	I	PY	S	0	c85	
Triciclazol	ISO	F		S	0	305	
Tricloroacético, ácido							
Tridemorf	ISO	F		aceite	0	650	
Vernolato	ISO	H	TC	L	0	1.780	
Xililcarb	N(B)	I	C	S	0	380	

Fuente: OMS 1996.

Tabla 62.4 • Lista de productos de grado técnico clasificados en la Clase III: "Ligeramente peligrosos".

Denominación	Situación	Uso principal	Tipo químico	Estado físico	Vía	DL ₅₀ (mg/kg)	Observaciones
Acefato	ISO	I	OP	S	0	945	
Acetoclor	ISO	H		L	0	2.950	
Acifluorfen	ISO	H		S	0	1.370	Irritante ocular fuerte
Aletrina	ISO	I	PY	aceite	0	c685	EHC 87; HSG 24
Ametrin	ISO	H	T	S	0	1.110	
Amitraz	ISO	AC		S	0	800	
Azametifos	ISO	I	OP	S	0	1.010	
Azidition	N(F)						Véase menazón
Barbán	ISO	H		S	0	1.300	
Bensultap	ISO	I		S	0	1.100	
Bentazona	ISO	H		S	0	1.100	
Benzoilprop-etil	(ISO)	H		S	0	1.555	
Benzotiazuron	ISO	H		S	0	1.280	
Bromofenoxim	ISO	H		S	0	1.217	
Bromofos	ISO	I	OP	S	0	c1.600	DS 76
Butidazol	ISO	H		S	0	1.480	
Cacodilico, ácido							Véase ácido dimetilarsínico
Carbofos	N(U)						Véase malatión
Cicloato	ISO	H	TC	L	0	+2.000	
Cihexatin	ISO	AC	OT	S	0	540	
Cimoxanil	ISO	F		S	0	1.196	
Ciproconazol	N(B)	F		S	0	1.020	
Cismetrin	ISO						El resmetrin es una mezcla de isómeros; el isómero trans (70-80%) se conoce también como bioresmetrin, y el isómero cis (20-30%) como cismetrin. El bioresmetrin aisladamente (véase la tabla 62.5) tiene una toxicidad mucho menor (DL ₅₀ oral 9.000 mg/kg) (DS 34)
Citrex	N(U)						Véase dodine
Clofop	ISO	H		L	0	1.208	
Clorfenac	ISO	H	OC	S	0	575	
Clorfenetol	ISO	AC	OC	S	0	930	
Clorfenon	ISO	AC	OC	S	0	c2.000	Irritante cutáneo
Clorinat	N(U)						Véase barban
Clormequat (cloruro)	ISO	PGR		S	0	670	
Cloroacético, ácido	C	H		S	0	650	Irritante cutáneo y ocular; datos referidos a la sal sódica
Clorobenzilato	ISO	AC	OC	S	0	700	
Clorocolina, cloruro de	C						Véase clormequat
Clortiamida	ISO	H		S	0	757	
Cobre, hidróxido de	C	F		S	0	1.000	
Cobre, oxiclóruo de	C	F		S	0	1.440	
4-CPA	ISO	PGR		S	0	850	

Continúa en la página siguiente.

Tabla 62.4 • Lista de productos de grado técnico clasificados en la Clase III: "Ligeramente peligrosos".
Continuación

Denominación	Situación	Uso principal	Tipo químico	Estado físico	Vía	DL ₅₀ (mg/kg)	Observaciones
Crufomato	ISO	I	OP	S	0	770	
Dazomet	ISO	F-S		S	0	640	Irritante cutáneo y ocular
2,4-DB	N(B)	H		S	0	700	
DCBN	N(I)						Véase clortiamid
Deet							Véase dietiltoluamida
Dehidroacético, ácido	C	F		S	0	1.000	
2,4-DES	N(B,U)						Véase disul
Desmetrín	ISO	H	T	S	0	1.390	
Dialil dicloroacetamida							Véase diclormid
Dicamba	ISO	H		S	0	1.707	
Diclofob	ISO	H		S	0	565	
Diclona	ISO	FST		S	0	1.300	
Diclormid	N(A)	H		L	0	2.080	
Diclorobenceno	C	FM		S	0	500-5.000	Mezcla de isómeros
Diclorofeno	ISO	F	OC	S	0	1.250	
Dicloroprop	ISO	H		S	0	800	
Dicofol	ISO	AC		S	0	c690	DS 81
Dienocloro	ISO	AC		S	0	3.160	Tóxico por inhalación; sensibilizante cutáneo
Dietiltoluamida	ISO	RP (insectos)		L	0	c2.000	DS 80
Difenamida	ISO	H		S	0	970	
Difenoconazol	ISO	F	T	S	0	1.453	
Dimepiperato	ISO	H	TC	S	0	946	
Dimetacloro	ISO	H		S	0	1.600	
Dimetametrín	ISO	H	T	L	0	3.000	
Dimetilarsínico, ácido	C	H		S	0	1.350	
Dimetipin	ISO	H		S	0	1.180	
Diniconazol	ISO	F		S	0	639	
Dinocap	ISO	AC,,F	CNP	S	0	980	
Dísul	ISO	H		S	0	730	
Ditianón	ISO	F		S	0	640	
Dodina	ISO	F		S	0	1.000	
Dogvadina	N(F)						Véase dodina
2,4-DP	N(U)						Véase dicloroprop
DSMA							Véase ácido metilarsonico
Efilsulfonato	N(U)						Véase clorfenson
Empentrín [isómeros (1R)]	ISO	I	PY	aceite	0	+2.280	
Esprocarb	ISO	H	TC	L	0	+2.000	Irritante cutáneo y ocular
Etacelasil	ISO	PGR		L	0	2.065	
Etaconazol	ISO	F		S	0	1.340	
Etohexadiol	N(A)	RP (insectos)		L	0	2.400	
Etridiazol	ISO	F		L	0	2.000	

Continúa en la página siguiente.

Tabla 62.4 • Lista de productos de grado técnico clasificados en la Clase III: "Ligeramente peligrosos".

Continuación.

Denominación	Situación	Uso principal	Tipo químico	Estado físico	Vía	DL ₅₀ (mg/kg)	Observaciones
Fenoprop	ISO	H		S	0	650	
Fenotiocarb	ISO	L	C	S	0	1.150	
Fenpropidin	ISO	F		S	0	1.440	
Fenona	ISO	AC		S	0	1.550	
Fentiaprop	N(B)	H		S	0	915	
Ferimzone	ISO	F		S	0	725	
Flamprop	ISO	H		S	0	1.210	
Flucloralin	ISO	H		S	0	1.550	
Fluoroglicofen	N(B)	H		S	0	1.500	
Flurprimidol	ISO	PGR		S	0	709	
Flusilazol	N(B)	F		S	0	1.110	
Flutriafol	ISO	F,FST	T	S	0	1.140	
Fomesafen	ISO	H	OC	S	0	1.250	
Fuberidazol	ISO	F		S	0	1.100	
Furalaxil	ISO	F		S	0	940	
Glufosinato	ISO	H		S	0	1.625	
Heptopargil	ISO	PGR		L	0	2.100	
Hexazinona	ISO	H		S	0	1.690	
Hidrametilnona	N(A,B)	I		S	0	1.200	
IBP							Véase iprobenfos
Iprobenfos	N(B)	F		S	0	600	
Isoprotiolan	ISO	F		S	0	1.190	
Isoproturon	ISO	H		S	0	1.800	
Isouron	ISO	H		S	0	630	
Isoxapirifop	ISO	H		S	0	500	
Keltane	N(J)						Véase dicofol
Malatión	ISO	I	OP	L	0	c2.100	El valor de DL ₅₀ puede variar según las impurezas. Este valor se ha adoptado con vistas a la clasificación y es el correspondiente a un producto de grado técnico
Maldison	N(Aus,NZ)						Véase malatión
MCPA	ISO	H		S	0	700	
MCPA-tioetilo	ISO	H		S	0	790	
MCPB	ISO	H		S	0	680	
Mecoprop	ISO	H		S	0	930	
Mecoprop-P	ISO	H		S	0	1.050	
Mefluidida	ISO	H		S	0	1.920	
Menazón	ISO	AP	OP	S	0	1.950	
Mepiquat	ISO	PGR		S	0	1.490	
Metalaxil	ISO	F		S	0	670	
Metaxon	N(U)						Véase MCPA
Metazol	N(A,B)	H		S	0	4.543	Irritante ocular ligero

Continúa en la página siguiente.

Tabla 62.4 • Lista de productos de grado técnico clasificados en la Clase III: "Ligeramente peligrosos".
Continuación.

Denominación	Situación	Uso principal	Tipo químico	Estado físico	Vía	DL ₅₀ (mg/kg)	Observaciones
Metilarsonico, ácido	ISO	H		S	0	1.800	
Metoconazol	ISO	F		S	0	660	
Metolaclo	ISO	H		L	0	2.780	
2-Metoxietilmercurio, silicato de	C	FST	OM	S	0	1.140	
Miclobutanil	N(B)	F		S	0	1.600	
MSMA							Véase ácido metilarsonico
2-Naftiloxiacético, ácido	ISO	PGR		S	0	600	
Nitrapirin	ISO	B-S		S	0	1.072	
N-octil-biciclohepten-dicarboximida	C	SY		L	0	2.800	
Nuarimol	ISO	F		S	0	1.250	
Octilnona	ISO	F		S	0	1.470	
Oxadixil	N(B)	F		S	0	1.860	
Paclobutrazol	ISO	PGR		S	0	1.300	
Paletrina	N(F)						Véase aletrina
Para-diclorobenceno							Véase diclorobenceno
Pendimetalin	ISO	H		S	0	1.050	
Perfludona	ISO	H		S	0	920	
Pimarizina	N(B)	F		S	0	2.730	Antibiótico, idéntico a tenecina y natamicina
Piprooctanilo	ISO	PGR		S	0	820	
Pirazoxifen	ISO	H		S	0	1.644	
Piridaben	ISO	AC		S	0	820	
Piridafention	N(J)	I	OP	S	0	769	
Piridato	ISO	H		S	0	c2.000	
Pirifenox	ISO	F		L	0	2.900	
Pirimifos-metil	ISO	I	OP	L	0	2.018	DS 49
Procloraz	ISO	F		S	0	1.600	
Propacloro	ISO	H		S	0	1.500	DS 78
Propanil	ISO	H		S	0	c1.400	
Propargita	ISO	AC		L	0	2.200	
Quinoclamina	ISO	H		S	0	1.360	
Quizalofop	N(B)	H		S	0	1.670	
Resmetrin	ISO	I	PY	S	0	2.000	Véase cismetrin; EHC 92, DS 83, HSG 25
Riania	C	I		S	0	c750	DL ₅₀ variable: producto vegetal
Sesamex	N(A)	SY		L	0	2.000	
Setoxidim	ISO	H		L	0	3.200	
Silvex	N(A)						Véase fenoprop
Simetrin	ISO	H	T	S	0	1.830	
Sódico,,clorato	ISO	H		S	0	1.200	
Sulfuramida	ISO	I		S	0	543	
Sulfóxido	N(A)	SY		L	0	2.000	
2,3,6-TBA	ISO	H		S	0	1.500	

Continúa en la página siguiente.

Tabla 62.4 • Lista de productos de grado técnico clasificados en la Clase III: "Ligeramente peligrosos".
Continuación

Denominación	Situación	Uso principal	Tipo químico	Estado físico	Vía	DL ₅₀ (mg/kg)	Observaciones
Tebutiron	ISO	H		S	0	644	
Tiram	ISO	F		S	0	560	DS 71
TMTD	N(U)						Véase tiram
2,4,5-TP	N(F,J,U)						Véase fenoprop
Tralcoxidim	ISO	H		S	0	934	
Triadimefon	ISO	F		S	0	602	
Triadimenol	ISO	FST		S	0	900	
Trialate	ISO	H	TC	L	0	2.165	HSG 89
Triclopir	ISO	H		S	0	710	
Triclorfon	ISO	H	OP	S	0	560	DS 27; EHC 132; HSG 66
Tridifane	N(B)	H		S	0	1.740	
Trifenmorf	ISO	M		S	0	1.400	DS 64
Triflumizol	N(B)	F		S	0	695	
Undecan-2-ona	C	RP (perros, gatos)		aceite	0	2.500	
Uniconazol	ISO	PGR		S	0	1.790	
XMC	N(J)	I	C	S	0	542	
Ziram	ISO	F		S	0	1.400	Irritante cutáneo; DS 73

Fuente: OMS 1996.

Denominación	Situación	Uso principal	Tipo químico	Estado físico	Vía	DL ₅₀ (mg/kg)	Observaciones
Aclonifeno	N(B)	H		S	0	+5.000	
Acrinatrina	ISO	MT		S	0	+5.000	
Aloxidina	ISO	H		S	0	2.260	
Aminotriazol	N(F)						Véase amitrol
Amitrol	ISO	H	T	S	0	5.000	EHC 158, DS 79; HSG 85
Amónico, sulfamato	ISO	H		S	0	3.900	
Ancimidol	ISO	PGR		S	0	4.500	
Anilazina	ISO	F	T	S	0	2.710	Irritante cutáneo y ocular
Antraquinona	ISO	RP (aves)		S	0	+5.000	
Asulam	ISO	H	TC	S	0	+4.000	
Atrazina	ISO	H	T	S	0	c2.000	DS 82; HSG 47
Aziprotrina	ISO	H	T	S	0	3.600	
Azufre	ISO	F,I		S	0	+3.000	Irritante cutáneo y de mucosas. El polvo de azufre puede arder espontáneamente a menos que se diluya en aproximadamente un 50 % con un material inerte

Tabla 62.5 • Lista de productos de grado técnico que es improbable que presenten riesgo agudo en condiciones de uso normales.

Continuación.

Denominación	Situación	Uso principal	Tipo químico	Estado físico	Vía	DL ₅₀ (mg/kg)	Observaciones
Benalaxil	ISO	F		S	0	c4.200	
Benazolina	ISO	H		S	0	3.200	Irritante cutáneo y ocular
Benefina	N(A)						Véase benfluralin
Benfluralina	ISO	H		S	0	+10.000	
Benfuresato	ISO	H		S	0	2.031	
Benomilo	ISO	F	TC	S	0	+10.000	EHC 148, DS 87; HSG 81
Benoxacor	ISO	H		S	0	+5.000	
Bensulfuron	N(B)	H		S	0	+5.000	
Bentrodina	N(J)						Véase benfluralina
Benzamizol							Véase isoxaben
Benzoximato	ISO	AC		S	0	+10.000	
Bifenilo	ISO	F		S	0	3.280	
Bifenox	ISO	H		S	0	+6.400	
Bioresmetrina	ISO	I	PY	L	0	+7.000	DS 34
Bispiribac	ISO	H		S	0	2.635	
Bitertanol	ISO	F		S	0	+5.000	
Bórax	ISO	F		S	0	4.500	
Bromazilo	ISO	H		S	0	5.200	
Bromobutida	ISO	H		S	0	+5.000	
Bromociclen	ISO	I,AC		S	0	+10.000	
Bromopropilato	ISO	AC		S	0	+5.000	
Bupirinato	ISO	F		S	0	c4.000	
Buprofezina	ISO	I		S	0	2.200	
Butaclor	ISO	H		L	0	3.300	
Butilato	ISO	F	TC	L	0	+4.000	
Butiobato	ISO	F		L	0	3.200	
Butopironoxil	N(A)	RP (insectos)		L	0	7.840	
Butralina	ISO	H		S	0	+10.000	
Buturon	ISO	H		S	0	3.000	
Caimuron	ISO	H		S	0	+5.000	
Captán	ISO	F		S	0	9.000	Irritante cutáneo; DS 9; HSG 50
Carbendazima	ISO	F		S	0	+10.000	DS 89; EHC 149; HSG 82
Carbetamida	ISO	H		S	0	+10.000	
Carboxina	ISO	FST		S	0	3.820	
Cicloprotrina	ISO	I	PY	L	0	+5.000	
Cicloxdim	N(B)	H		S	0	3.900	
Cicluron	ISO	H		S	0	2.600	
Cinmetilina	ISO	H		L	0	3.960	
Cinosulfuron	ISO	H		S	0	+5.000	
Ciometrinil	N(B)	H		S	0	2.277	

Tabla 62.5 • Lista de productos de grado técnico que es improbable que presenten riesgo agudo en condiciones de uso normales.

Continuación.

Denominación	Situación	Uso principal	Tipo químico	Estado físico	Vía	DL ₅₀ (mg/kg)	Observaciones
Ciromazina	ISO	L		S	0	3.300	
Clofentezina	N(B)	AC		S	0	+5.200	
Clomeprop	ISO	H		S	0	+5.000	
Clometoxifeno	N(B)	H		S	0	+10.000	
Clonitralida	N(A)						Véase niclosamida
Clopiralida	N(B)	H		S	0	4.300	Irritante ocular fuerte
Clorambén	ISO	H		S	0	5.620	
Clorbromurón	ISO	H		S	0	+5.000	
Clorbufam	ISO	H		S	0	2.500	
Clorfenidim	N(U)						Véase monuron
Clorfluazurona	ISO	IGR		S	0	8.500	
Clorflurecol	N(B)						Véase clorflurenol
Clorflurenol	ISO	PGR	OC	S	0	+10.000	
Clorfoxim	ISO	I	OP	S	0	+2.500	DS 32
Cloridazona	ISO	H		S	0	2.420	
Clorimuron	N(B)	H		S	0	4.102	
Clornitrofen	ISO	H		S	0	+10.000	
Clorometiuron	ISO	Ix		S	0	2.500	
Cloroneb	ISO	H	OC	S	0	+10.000	
Cloropropilato	ISO	AC	OC	S	0	+5.000	
Clorotal-dimetil	ISO	H		S	0	+3.000	
Clorotalonil	ISO	F		S	0	+10.000	
Clorotoluron	ISO	H		S	0	+10.000	
Cloroxifenidina	N(U)						Véase cloroxuron
Cloroxuron	ISO	H		S	0	+3.000	
Clorpirifos metil	ISO	I	OP	L	0	+3.000	DS 33
Clorprofam	ISO	H		S	0	+5.000	
Clorsulfuron	ISO	H		S	0	5.545	
Cloxifonac	ISO	PGR		S	0	+5.000	
Clozolinato	N(B)	F		S	0	+4.000	
CNA	N(J)						Véase dicloran
COMU	N(J)						Véase cicloran
Credazina	N(J)	H		S	0	3.090	
Criolita	C	I		S	0	+10.000	
Dalapon	N(A,B,F)	H		S	0	9.330	
Daminozida	ISO	H		S	0	8.400	
Desmedifam	ISO	H		S	0	+9.600	
Diafentiuron	ISO	AC		S	0	2.068	
Diclobenil	ISO	H		S	0	3.160	
Diclobutrazol	ISO	F	T	S	0	+4.000	
Diclofluanida	ISO	F		S	0	+5.000	

Tabla 62.5 • Lista de productos de grado técnico que es improbable que presenten riesgo agudo en condiciones de uso normales.

Continuación.

Denominación	Situación	Uso principal	Tipo químico	Estado físico	Vía	DL ₅₀ (mg/kg)	Observaciones
Diclomezina	ISO	F		S	0	+10.000	
Dicloran	N(B)	F		S	0	4.000	
Diclorfenidim	N(U)						Véase diuron
Dicloropicolínico, ácido							Véase clopiralida
Dietatil	ISO	H		S	0	2.300	
Dietofencarb	ISO	F		S	0	+5.000	
Difenilo							Véase bifenilo
Difenoxuron	ISO	H		S	0	+7.750	
Diflubenzuron	ISO	L		S	0	+4.640	DS 77
Diflufenican	N(B)	H		S	0	+2.000	
Dikegulac	ISO	PGR		S	0	+10.000	
Dimefuron	ISO	H		S	0	+2.000	
Dimetilftalato	C	RP (insectos)		L	0	8.200	
Dimetirimol	ISO	F		S	0	2.350	
Dimetomorf	ISO	F		S	0	+5.000	
Dinitramina	ISO	H		S	0	3.000	
Dipropetrin	ISO	H	T	S	0	4.050	
Dipropilisocincomerato	C	RP (moscas)		L	0	5.230	
Disódico, octaborato							Véase bórax
Ditalmifos	ISO	F	OP	S	0	5.660	Irritante cutáneo; alergénico
Ditiopir	ISO	H			0	+5.000	
Diuron	ISO	H		S	0	3.400	
Dodemorf	ISO	H		L	0	4.500	
Eglinazina	ISO	H		S	0	+10.000	
Etalfluralina	ISO	H		S	0	+10.000	
Etefon	N(A)	PGR		S	0	+4.000	
Etidimuron	ISO	H		S	0	+5.000	
Etirimol	ISO	FST		S	0	6.340	
Etofenprox	N(B)	I		S	0	+10.000	
Etofumesato	ISO	H		S	0	+6.400	
Fenarimol	ISO	F		S	0	2.500	
Fenbutatin, óxido de	ISO	MT	OT	S	0	2.630	EHC 15
Fenclorazol	ISO	H		S	0	+5.000	
Fenclorim	ISO	H		S	0	+5.000	
Fenfuram	ISO	FST		S	0	+10.000	
Fenidim	N(U)						Véase fenuron
2-Fenilfenol	ISO	F		S	0	2.480	
Fenisobromolato	N(J)						Véase bromopropilato
Fenisofam	ISO	H		S	0	+4.000	
Fenitropan	ISO	F		S	0	3.230	
Fenmedifam	ISO	H		S	0	+8.000	

Continúa en la página siguiente.

Tabla 62.5 • Lista de productos de grado técnico que es improbable que presenten riesgo agudo en condiciones de uso normales.

Continuación.

Denominación	Situación	Uso principal	Tipo químico	Estado físico	Via	DL ₅₀ (mg/kg)	Observaciones
Fenotrin	ISO	I	PY	L	0	+5.000	DS 85; EHC 96; HSG 32
Fenoxaprop-etilo	N(B)	H		S	0	2.350	
Fenoxicarb	ISO	I	C	S	0	+10.000	
Fenpiclonilo	ISO	FST		S	0	+5.000	
Fenpropimorf	ISO	F		aceite	0	3.515	
Fenurón	ISO	H		S	0	6.400	
Fenurón-TCA	(ISO)	H		S	0	4.000	
Ferbam	ISO	F	TC	S	0	+10.000	
Flamprop-M	ISO	H		S	0	+3.000	
Fluazifop	ISO	H	P	L	0	3.330	
Flubenzimina	ISO	AC		S	0	3.000	
Flucicloخورون	ISO	AC		S	0	+5.000	
Flufenoxuron	ISO	I		S	0	+3.000	
Flumetralina	N(B)	PGR		S	0	+5.000	
Flumetsulam	ISO	H		S	0	+5.000	
Fluometuron	ISO	H		S	0	+8.000	
Fluorodifeno	ISO	H		S	0	9.000	
Fluoromida	N(J)	F		S	0	+10.000	
Flupropanato	ISO	H		S	0	+10.000	
Flurecol-butil							Véase flurenol
Flurenol	ISO	PGR		S	0	+5.000	
Fluridona	ISO	H		S	0	+10.000	
Flurocloridona	ISO	H		S	0	4.000	
Fluroxipir	N(B)	H		S	0	+5.000	
Flutiacet	ISO	H		S	0	+5.000	
Flutolanil	ISO	F		S	0	+10.000	
Folpet	ISO	F		S	0	+10.000	HSG 72
Fosamina	ISO	H		S	0	2.400	
Fosdifen	N(J)	F		L	0	6.200	
Fosetil	N(B)	F		S	0	5.800	
Ftalida	N(J)	F		S	0	+10.000	
Furmecicloخور	N(B)	FST		S	0	3.780	
Gibberélico, ácido	N(B)	PGR		S	0	+10.000	
Glifosato	ISO	H		S	0	4.230	EHC 159, DS 91
Glifosina	ISO	H		S	0	3.920	
Hexaconazol	N(B)	F		S	0	2.180	
Hexaflumuron	ISO	I		S	0	+5.000	
Hexitiazox	N(B)	AC		S	0	+5.000	
Hidropreno	N(A)	IGR		L	0	+10.000	
2-Hidroxietiloctilsulfuro	C	RP (insectos)		L	0	8.300	
Hidroxiisoxazol	N(J)						Véase himexazol

Tabla 62.5 • Lista de productos de grado técnico que es improbable que presenten riesgo agudo en condiciones de uso normales.

Continuación.

Denominación	Situación	Uso principal	Tipo químico	Estado físico	Vía	DL ₅₀ (mg/kg)	Observaciones
Himexazol	N(B)	FST		S	0	3.900	
Imazametabenz-metil	(ISO)	H		S	0	+5.000	
Imazapir	ISO	H		S	0	+5.000	Irritante ocular
Imazaquin	ISO	H		S	0	+5.000	
Imazetapir	N(B)	H		S	0	+5.000	
Imibenconazol	ISO	F		S	0	+5.000	
Inabenfida	ISO	PGR		S	0	+10.000	
Iodfenfos	ISO	I	OP	S	0	2.100	DS 43
Iodofenfos	N(A,B)						Véase iodfenfos
Iprodiona	ISO	F		S	0	3.500	
Isopropalin	ISO	H		L	0	+5.000	
Isoxaben	N(B)	H		S	0	+10.000	
Karbutilato	ISO	H		S	0	3.000	
Kasugamicina	N(J)	F		S	0	+10.000	
Kinopreno	ISO	IGR		S	0	4.900	
Lenacil	ISO	H		S	0	+10.000	
Linuron	ISO	H		S	0	4.000	
Maleico, hidrazida	ISO	PGR		S	0	6.950	
Mancozeb	ISO	F	TC	S	0	+8.000	Irritante cutáneo en exposición múltiple; DS 94
Maneb	ISO	F	TC	S	0	6.750	Irritante cutáneo en exposición múltiple; DS 94
Mefenacet	ISO	H		S	0	+5.000	
Mepanipirim	ISO	F		S	0	+5.000	
Mepronilo	N(J)	F		S	0	+10.000	
Metabenzotiazuron	ISO	H		S	0	+2.500	
Metamitron	ISO	H		S	0	3.343	
Metazaclor	ISO	H		S	0	2.150	
Metildimron	N(J)	H		S	0	3.948	
Metiram	N(J)	F		S	0	+10.000	
Metobromuron	ISO	H		S	0	2.500	
Metopreno	ISO	IGR		L	0	+10.000	DS 47
Metoprotrina	ISO	H		S	0	+5.000	
Metosulam	ISO	H		S	0	+5.000	
Metoxiclor	ISO	I	OC	S	0	6.000	DS 28
Metoxifenona	N(J)	H		S	0	+4.000	
Metoxuron	ISO	H		S	0	+3.200	
Metribuzin	ISO	H	T	S	0	2.200	
Metsulfovax	ISO	F		S	0	3.929	
Metsulfuron	N(A,B)	H		S	0	+5.000	
Monalida	ISO	H		S	0	+4.000	
Monolinuron	ISO	H		S	0	2.250	
Monuron	ISO	H		S	0	3.600	

Tabla 62.5 • Lista de productos de grado técnico que es improbable que presenten riesgo agudo en condiciones de uso normales.

Continuación.

Denominación	Situación	Uso principal	Tipo químico	Estado físico	Vía	DL ₅₀ (mg/kg)	Observaciones
Monuron-TCA	N(A)	H		S	0	3.700	
Naftaleno	C	F		S	0	2.200	
Naftálico, anhídrido	C	PGR		S	0	+10.000	
1-naftilacético, ácido	ISO	PGR		S	0	c3.000	
2-(1-naftil) acetamida	ISO	PGR		S	0	6.400	
Napropamida	ISO	H		S	0	5.000	
Naptalam	ISO	PGR		S	0	8.200	
Neburon	ISO	H		S	0	+10.000	
Niclosamida	ISO	M		S	0	5.000	DS 63
Nicosulfuron	ISO	H		S	0	+5.000	Irritante ocular
Nitralin	ISO	H		S	0	+2.000	
Nitrotal-isopropil	ISO	F		S	0	6.400	
Norflurazon	ISO	H		S	0	+8.000	
(Octiltio)etanol	C						Véase 2-hidroxiethylsulfuro
Ofurace	ISO	F		S	0	2.600	
Orizalina	ISO	H		S	0	+10.000	
Oxabetrinil	ISO	H		S	0	+5.000	
Oxadiazon	ISO	H		S	0	+8.000	
Oxicarboxina	ISO	F		S	0	2.000	
Oxifluorfen	ISO	H		S	0	+5.000	
Oxinato de cobre	ISO	F		S	0	10.000	
Pencicuron	ISO	F		S	0	+5.000	
Penconazol	N(B)	F		S	0	2.120	
Pentanoclor	ISO	H		S	0	+10.000	
Picloram	ISO	H		S	0	8.200	
Piperonil butóxido	N(A)	SY		aceite	0	+7.500	
Piracarbolid	ISO	F		S	0	+10.000	
Pirazolinato	ISO	H		S	0	9.550	
Pirazon	N(A)						Véase cloridazon
Pirazosulfuron	ISO	H		S	0	+5.000	
Pirimetamil	ISO	F		S	0	4.150	
Piriminobac	ISO	H		S	0	+5.000	
Piriproxifen	N(B)	I		S	0	+5.000	
Pretilaclor	ISO	H		L	0	6.100	
Primisulfuron	ISO	H		S	0	+5.050	
Probenazol	N(J)	F		S	0	2.030	
Procimidona	ISO	F		S	0	6.800	
Prodiamina	ISO	H		S	0	+5.000	
Profam	ISO	H		S	0	5.000	
Profluralina	ISO	H		S	0	c10.000	
Proglinazina	ISO	H		S	0	+8.000	

Tabla 62.5 • Lista de productos de grado técnico que es improbable que presenten riesgo agudo en condiciones de uso normales.

Continuación.

Denominación	Situación	Uso principal	Tipo químico	Estado físico	Vía	DL ₅₀ (mg/kg)	Observaciones
Prometon	ISO	H	T	S	0	2.980	
Prometrina	ISO	H	T	S	0	3.150	
Pronamida	N(A)						Véase propizamida
Propamocarb	ISO	F		S	0	8.600	
Propaquizafop	ISO	H		S	0	+5.000	
Propazina	ISO	H	T	S	0	+5.000	
Propineb	ISO	H	TC	S	0	8.500	
Propizamida	ISO	H		S	0	5.620	
Quinclorac	ISO	H		S	0	2.680	
Quinmerac	ISO	H		S	0	+5.000	
Quinometionato	ISO	AC,F		S	0	2.500	
Quinonamida	ISO	F		S	0	+10.000	
Quintoceno	ISO	F		S	0	+10.000	EHC 41
Rimsulfuron	C	H		S	0	+5.000	
Secbumeton	ISO	H	T	S	0	2.680	
Siduron	ISO	H		S	0	+7.500	
Simazina	ISO	H	T	S	0	+5.000	
Sódico, metaborato	C						Véase bórax
Sódico, tricloracetato							Los datos presentados se refieren al tricloroacetato sódico. En muchos países, el término TCA se aplica al ácido libre (ahora aceptado por ISO): éste es un sólido con una DL ₅₀ de 400 mg/kg y si se usa como plaguicida debe incluirse en la Clase II. Es altamente corrosivo para la piel
Solan	N(A)						Véase pentanoclor
Stirofos	N(A)						Véase tetraclorvinfos
Sulfometuron	N(B)	H		S	0	+5.000	
tau-fluvalinato	ISO	I	PY	aceite	0	+3.000	Irritante cutáneo y ocular
TCA	ISO	H		S	0	3.200	Irritante cutáneo y ocular; véase tricloroacetato sódico
Tebuconazol	ISO	F		S	0	4.000	
Tebutam	ISO	H		aceite	0	6.210	
Tecnaceno	ISO	F		S	0	+10.000	EHC 42; HSG 12
Tedion	N(U)						Véase tetradifon
Teflubenzuron	N(B)	I		S	0	+5.000	
Temefos	ISO	I	OP	L	0	8.600	DS 8
Terbacilo	ISO	H		S	0	+5.000	
Terbutilazina	ISO	H	T	S	0	2.160	
Terbutrina	ISO	H	T	S	0	2.400	
Tetraclorvinfos	ISO	I	OP	S	0	4.000	
Tetradifon	ISO	AC		S	0	+10.000	EHC 67; HSG 11
Tetrametrina	ISO	O	PY	S	0	+5.000	EHC 98; HSG 31

Tabla 62.5 • Lista de productos de grado técnico que es improbable que presenten riesgo agudo en condiciones de uso normales.

Continuación.

Denominación	Situación	Uso principal	Tipo químico	Estado físico	Vía	DL ₅₀ (mg/kg)	Observaciones
Tetrasul	ISO	AC		S	0	6.810	
Tiabendazol	ISO	F		S	0	3.330	
Tidiazuron	ISO	PGR		S	0	+4.000	
Tifensulfuron	N(B)	H		S	0	+5.000	
Tiocarbacilo	ISO	H	TC	L	0	10.000	
Tiofanato	ISO	F		S	0	+10.000	
Tiofanato-metil	ISO	F		S	0	+6.000	
Tolclofos-metil	ISO	F-S		S	0	c5.000	
Tolifluanida	ISO	F		S	0	+5.000	
Transflutrín	ISO	I	PY	S	0	+5.000	
Triasulfuron	ISO	H		S	0	+5.000	
Tribenuron	N(B)	H		S	0	+5.000	
Triclamida	ISO	F		S	0	+5.000	
Trietacina	ISO	H	T	S	0	2.830	
Triflumuron	ISO	PGR		S	0	+5.000	
Trifluralina	ISO	H		S	0	+10.000	
Triforina	ISO	F		S	0	+6.000	
Triticonazol	N(B)	F	triazol	S	0	+2.000	
Validamicina	N(J)	F		S	0	+10.000	
Vinclozolina	ISO	F		S	0	10.000	
Zineb	ISO	F		S	0	+5.000	DS 94

Fuente: OMS 1996.

Tabla 62.6 • Productos de grado técnico no incluidos en la Clasificación de la OMS y considerados obsoletos o no utilizados ya como plaguicidas.

Alixicarb	Dimexano	Mebenil
Amidition	Dinex	Mecarbinzid
Aramite	Dinocton	Mecarfon
Atidition	Endotion	Medinoterb acetato
Atraton	Erbon	Metacarbate
Azotoato	Etilenglicol	Metilmercurio dicianidamida
Bario, carbonato	Etiolate	Metiurón
Benodanil	Etoato-metil	Met2-Metoximetil mercurio cloruro (DS 66)
Benquinox	EXD	Mexacarbato
Bis(tricloracetato)	Fenazaflor	Miclozolin
Butacarb	Fenilmercurio dimetilditiocarbamato	Mipafox
Butam	Fenkaptim	Mirex (EHC 44; HSG 39)
Butonato	Fenobenzuron	Morfamquat
Cálcico, cianamida	Fluenetil	Nitrilacarb
Carbamorf	Fluotrimazol	Noruron
Carbanolato	Fosacetim	Oxapirazon
Ciantoato	Fostietan	Oxidisulfoton
Cipendazol	Gliodin	Parafluron
Cipromid	Griseofulvina	Pidanon
Cloetocarb	Halacrinato	Piridinitril
Cloraniformetan	Haloxidine	Potásico, cianato
Cloranil	Hexacloroacetona	Propil isome
Cloranocril	Hexaflurato	Protiocarb
Clorbenside	Hidroxiquinolina sulfato	Proxan
Clorbiciclen	Ipazine	Quinacetol-sulfato
Clordecone (EHC 43; HSG 41)	IPSP	Sabadilla
Clorfenprop-metil	Isobenzan	Salicilanilide
Clorfensulfuro	Isobornil tiocianoacetato	Schradan
Clorfentezine	Isocarbamid	Swep
Cloromebuform	Isocil	TDE
Clorquinox	Isodrin	Terbucarb
Crimidina	Isometiozin	Tioquinox
Delaclor	Isonoruonlisoprotiolane	Triapentenol
Diamidafos	Kelevan (EHC 66; HSG 2)	Triarimol
Dibutil succinato	Litidation	Tricamba
Dibutilftalato	Malonoben	Tricloronat
Diclozolina	MCC	Trimetacarb

Fuente: OMS 1996.

Tabla 62.7 • Lista de fumigantes gaseosos o volátiles no incluidos en la Clasificación Recomendada de Plaguicidas según el Riesgo de la OMS.

Acrilonitrilo (EHC 28; HSG 1)	1,3-dicloropropeno (EHC 146; HSG 76)
Bromuro de metilo (DS 5; EHC 166; HSG 86)	Epoxietano (óxido de etileno) (EHC 55; HSG 16)
Cianuro de hidrógeno	Formaldehido (EHC 89; HSG 57)
Cloropicrina	Fosfina (DS 46; EHC 73; HSG 28)
Dibromuro de etileno (EHC 177)	Fosfuro de aluminio (EHC 73; HSG 28)
Dicloruro de etileno (EHC 176)	Fosfuro de magnesio (EHC 73; HSG 28)
Disulfuro de carbono (EHC 10)	Fluoruro de sulfurilo
1,2-dicloropropano (EHC 146; HSG 76)	Oxido de etileno (EHC 55; HSG 16)

Nota: La clasificación no establece ningún criterio sobre concentraciones ambientales en que pueda estar basada la misma. La mayoría de estos compuestos son de alto riesgo y las autoridades de muchos países han adoptado límites de exposición recomendables para las exposiciones de carácter profesional.

Fuente: OMS 1996.

Referencias

Organización Mundial de la Salud (OMS). 1996. *The WHO Recommended Classification of Pesticides by Hazard and Guidelines to Classification 1996-1997*. International Programme on Chemical Safety (IPCS), OMS/PCS/96.3. Ginebra: OMS.

Otras lecturas recomendadas

Armstrong, LD, AR Stiles. 1973. Pesticides: Nomenclature, specifications, analysis, uses and residues in food. *Bull Wld Hlth Org* 49:169-204.

International Programme on Chemical Safety (IPCS). 1994. *Summary of Toxicological Evaluations Performed by the Joint FAO/WHO Meeting on Pesticide Residues (JMPR) 1990*. OMS/PCS/95.4. Ginebra: IPCS.

Tomlin, C. (dir.). 1994. *The Pesticide Manual: A World Compendium*, 10 ed. Thornton Weath, Reino Unido: British Crop Protection Council.

Wiswesser, WJ. 1976. *Pesticide Index*. College Park, MD: College Science Publishers and Entomological Society of America.

