

1,1,2,2-TETRACLOROETANO

Resumen

Cuando se administra 1,1,2,2-tetracloroetano por vía oral a ratones provoca tumores en el hígado y ha mostrado ser mutagénico usando determinaciones microbianas. En la administración a ratas preñadas se manifestaron efectos embriotóxicos e incrementos en la incidencia de malformaciones. En animales experimentales, una exposición aguda y crónica daña el hígado, el sistema nervioso central y los riñones. En los humanos, una exposición aguda inhibe el sistema nervioso central y puede ser fatal. Los efectos crónicos incluyen daño al hígado, alteraciones gastrointestinales, y afecciones al sistema nervioso central.

Fórmula química: $C_2H_2Cl_4$

Nombre IUPAC: 1,1,2,2-Tetracloroetano

Sinónimos importantes y nombres comerciales: sym-Tetracloroetano, acetileno tetraclorado, dicloro-2,2-dicloroetano

Propiedades físicas y químicas

Peso molecular: 167.85 g/g mol

Punto de ebullición: 146.2°C

Punto de fusión: -36°C

Gravedad específica: 1.5953 a 20°C

Solubilidad en agua: 2900 mg/litro a 20°C

Solubilidad en sustancias orgánicas: Soluble en alcohol, éter, acetona, benceno, éter de petróleo, tetracloruro de carbono, cloroformo, disulfuro de carbono, dimetilformamida, y aceites.

Índice de octanol/coeficiente de partición del agua: 2.56

Presión de vapor: 5 mm Hg a 20°C

Densidad de vapor: 5.79

Transporte y destino

Relativamente es poca la información específica disponible referente al transporte y destino en el ambiente del 1,1,2,2 tetracloroetano. Sin embargo, se pueden hacer predicciones acerca de estos procesos basándose en la comparación de compuestos similares tal como el 1,1,1-tricloroetano. Ni la fotólisis, ni la oxidación parecen ser procesos de destino acuático importantes. No obstante, basado en la analogía con el 1,1,1-tricloroetano, la fotodisociación estratosférica por luz ultravioleta de alta energía y la foto-oxidación troposférica vía reacción con radicales hidroxilo, parecen ser importantes destinos. No existe información específica disponible referente a la hidrólisis del 1,1,2,2-tetracloroetano en el ambiente. Aunque, la poca información sobre la reactividad del 1,1,1-tricloroetano sugiere que la hidrólisis del 1,1,2,2-tetracloroetano ocurriría muy lentamente para llegar a ser un proceso de destino importante. Datos disponibles indican que puede ocurrir una volatilización rápida del 1,1,2,2-tetracloroetano de las aguas superficiales. Por lo tanto, aún cuando algo de éste

compuesto será absorbido de la atmósfera por aguas superficiales regresando a la superficie terrestre por medio de la precipitación, la foto-oxidación atmosférica y la fotodisociación son probablemente los destinos ambientales más importantes.

Fundamentado en la analogía con el 1,1,1-tricloroetano, la sorción del 1,1,2,2-tetracloroetano a sedimentos de arcilla puede no ser un proceso importante. El índice de octanol/coeficiente de partición del agua para este compuesto indica que la sorción por partículas orgánicas y la bioacumulación se puede presentar hasta cierto límite, pero se disponen sólo de datos empíricos insuficientes. Información disponible de compuestos afines sugieren que la biotransformación y la biodegradación ocurren a bajas velocidades o no del todo.

Efectos sobre la salud

El 1,1,2,2-tetracloroetano es un carcinogénico del hígado cuando se administra por vía oral a los ratones. La IARC concluyó que es una evidencia limitada para determinar su carcinogenicidad en animales experimentales. Este compuesto es mutagénico en al menos dos bacterias sujetas a experimentación. La administración de 300-400 mg/kg/día a ratones durante su organogénesis reveló la manifestación de efectos embriotóxicos y un ligero incremento a la incidencia de malformaciones.

Produce efectos agudos y tóxicos en animales de laboratorio expuestos por varias rutas. La acción tóxica se presenta primordialmente en el hígado. Sin embargo, también se informó acerca de efectos en el sistema nervioso central, en los riñones y en otros tejidos; y una exposición aguda puede ser fatal. El valor de LD₅₀ por vía oral en ratas es de 250 mg/kg.

Se han denunciado numerosas muertes en seres humanos, principalmente debido a una exposición ocupacional por ingestión, inhalación o contacto con la piel. Una exposición aguda produce náuseas, vómito, dolor abdominal, pérdida de apetito, dolor de cabeza, irritabilidad, nerviosismo, insomnio, ictericia con hepatomegalia, y otras manifestaciones. Efectos crónicos incluyen hepatotoxicidad y alteraciones gastrointestinales además de efectos en el sistema nervioso central tal como tumores, vértigo, dolor de cabeza, parálisis y polineuritis.

Toxicidad en animales domésticos y silvestres

Valores agudos para invertebrados de agua dulce están en el intervalo de 9 320 µg/litro y 20 000 µg/litro para dos especies de peces. Una prueba embrio-larval con pez loro proporcionó un valor crónico de 2 400 µg/litro y un radio agudo-crónico de 8.5 para estas especies. Se reportaron valores críticos de 9 020 µg/litro para el camarón y 12 300 µg/litro para el pez sargo. La exposición del 1,1,2,2-tetracloroetano afecta la clorofila y un número de células de alga expuesta a aproximadamente 141 000 µg/litro en especies de agua dulce y 6 300 µg/litro en especies de agua salada. La medida promedio del factor de bioconcentración para la porción comestible para todos los organismos acuáticos de estuario y agua dulce consumidos por americanos es 5.0.

Reglamentación y normas

Criterios en calidad del agua (USEPA):

Vida acuática

Los datos disponibles no son suficientes para establecer un criterio

Salud humana

Se estima que los riesgos carcinogénicos asociados con la exposición de un tiempo de vida para varias concentraciones de 1,1,2,2-tetracloroetano en agua son:

Riesgo	Concentración
10^{-5}	1.7 $\mu\text{g/litro}$
10^{-6}	0.17 $\mu\text{g/litro}$
10^{-7}	0.017 $\mu\text{g/litro}$

Unidades de riesgo CAG (USEPA): 0.2 (mg/kg/día)⁻¹

Norma recomendada por NIOSH: 7 mg/m³ TWA

Norma OSHA (epidermis): 35 mg/m³

Valor del límite umbral ACGIH (epidermis): 7 mg/m³
35 mg/m³ STEL

Medidas de protección personal

Debe usarse ropa de protección y guantes, así como respiradores adecuados y máscaras en áreas donde hay altas concentraciones de vapor.

Exposición ocupacional

El tetracloroetano se utiliza como agente para la limpieza en seco, como fumigante, en el cemento y en lacas. Se usa en la fabricación de tetracloroetileno, seda artificial, cuero artificial y perlas artificiales. Ultimamente casi no se utiliza como disolvente porque ha sido reemplazado por compuestos menos tóxicos. También se emplea para estimar el contenido de agua del tabaco y de muchos fármacos y como disolvente para la impregnación de pieles con cloruro de cromo.

Lista parcial de ocupaciones con riesgo de exposición

Biólogos
Enceradores
Fabricantes de empaquetaduras
Fabricantes de lacas
Fabricantes de pinturas
Fabricantes de resinas
Fumigadores
Limpiadores de metales
Manipuladores de herbicidas
Manipuladores de insecticidas
Mineralogistas
Procesadores de aceites
Procesadores de fósforo
Procesadores de grasas
Trabajadores con barnices
Trabajadores con disolventes
Trabajadores de tintorerías de limpieza en seco
Tratadores de suelos

TETRACLOROETILENO

Resumen

El tetracloroetileno puede causar quemaduras en los ojos y la piel; la exposición a concentraciones altas causa mareos, delirio y desmayo; puede provocar arritmia cardiaca. Puede ocurrir un daño severo en el hígado y los riñones. La exposición prolongada aumenta la concentración de fluido en los pulmones (edema pulmonar), puede dañar el desarrollo del feto y, también está clasificada entre las sustancias carcinógenas.

Fórmula química: C_2Cl_4

Sinónimos: Dicloruro de carbono; Tetracloruro de etileno; Percloroetileno

Propiedades físicas y químicas

Peso molecular: 166.16 g/gmol

Punto de fusión: $-23.35^{\circ}C$

Punto de ebullición: $121.20^{\circ}C$

Densidad: 1.6311

Presión de vapor: 14 mm Hg a $20^{\circ}C$

Insoluble en agua

Transporte y destino

El 85% de tetracloroetileno que se utiliza se lanza a la atmósfera, la volatilización al parecer es la principal vía de transporte cuando se encuentra en medio acuático. Zoeteman et al (1980) estimó que la vida media del tetracloroetileno es de 3-30 días para aguas ribereñas y 30-300 días para lagos. La fotodegradación en agua, al parecer no es importante como ruta de transporte, más bien se da una volatilización rápida. Una vez que el tetracloroetileno se encuentra en la tropósfera, los radicales hidroxilo atacan el doble enlace, formando un compuesto intermediario que fácilmente se hidroliza en la fase acuosa originando el ácido tricloroacético, el cual se descompone lentamente en dióxido de carbono y iones cloruro. Bouwer et al.(1981), no encontró degradación aerobia ni anaerobia, usando efluentes de aguas negras y un cultivo metanógeno mixto, respectivamente. En 1983 reporta la transformación anaerobia casi completa utilizando un cultivo metanogénico mixto; el primer paso parece ser una dechloración reduciéndolo a tricloroetileno.

Efectos sobre la salud

La exposición alta de poca duración puede causar mareos, delirio y desmayo repentino; una exposición excesiva puede provocar arritmia cardiaca, también puede causar daño al hígado y los riñones y hasta la muerte. Por inhalación produce tos y edema pulmonar; Estos efectos pueden retardarse por muchas horas. La exposición prolongada causa resecaamiento y agrietamiento de la piel y el contacto puede causar severas quemaduras a la piel y ojos;

puede producir neuropatías, temblores, neuritis y manifestaciones de intoxicación crónica. La exposición al vapor puede irritar los ojos, nariz, boca y garganta. El tetracloroetileno quizá sea un carcinógeno en los seres humanos, pues se ha comprobado que causa cáncer del hígado en los animales. También puede ser teratogénico; causa daño al desarrollo fetal.

Toxicidad en animales domésticos y silvestres

La absorción en la piel es muy rápida en los ratones y conejillos de india; se encontraron concentraciones altas de tetracloroetileno en la sangre del conejillo de india después de 30 minutos de su aplicación. Los niveles del compuesto en la sangre de los ratones se detectó después de 1 hora de la ingestión o después de 6 horas de inhalación. Después de 72 horas de la administración oral (1 vez por alimentación forzada o 12 horas de agua ingerida), o bien 6 horas de inhalación de gases de tetracloroetileno, se encontró reactividad en el tejido adiposo, riñones e hígado de ratas, también en pulmones, cabeza y glándulas suprarrenales aunque en menor proporción. El tetracloroetileno fue "absorbido" irreversiblemente en las macromoléculas del hígado, con gran celeridad y alcance. No se observó cambios en el DNA.

Reglamentación y normas

Norma OSHA: 25 ppm como un promedio durante 8 horas de trabajo.

Norma ACGIH: 50 ppm límite recomendado de exposición en el aire y 200 ppm.
como un STEL (límite de exposición de corta duración).

Norma NIOSH: La exposición recomendada para aire, es el límite más bajo posible. No hay nivel seguro de exposición a un carcinógeno.

Norma Técnica Ecológica Mexicana: 0.7 mg/litro

Medidas de protección

Donde sea posible, limitar las operaciones a un lugar encerrado y usar ventilación de escape local en el lugar de emisiones químicas. Debe protegerse la piel con cremas aislantes, guantes y ropa de protección personal. En áreas donde hay altas concentraciones de vapor deben usarse máscaras que cubran todo el rostro. Lávese muy bien después de exponerse al tetracloroetileno y al término de su turno de trabajo. No coma, fume o beba donde se maneja, procesa o almacena la sustancia. Lávese cuidadosamente las manos antes de comer o fumar.

Exposición ocupacional

El tetracloroetileno es un disolvente de amplio uso, en particular como agente de limpieza en seco, desengrasante, intermediario químico, fumigante y medicamentos antihelmínticos.

Lista parcial de ocupaciones con alto riesgo de exposición

Desengrasantes
Desengrasantes de metal
Fabricantes de ceras
Fabricantes de disolventes
Fabricantes de jabones
Fabricantes de medicamentos antihelmínticos
Fabricantes de tubos al vacío
Lavadores de lana
Procesadores de caucho
Procesadores de ésteres de celulosa
Procesadores de éter
Procesadores de alquitrán
Procesadores de lubricantes
Fumigadores
Impresores
Trabajadores de la galvanoplastia
Trabajadores de tintorería

TETRACLORURO DE CARBONO

Resumen

El tetracloruro de carbono es un líquido inflamable e incoloro, con olor característico. La descomposición oxidativa a la flama puede producir fosgeno y cloruro de hidrógeno.

Fórmula química: C-Cl₄

Sinónimos: Tetraclorometano; Perclorometano; Bencinoformo

Propiedades físicas y químicas

Peso molecular: 153.8 g/gmol

Punto de fusión: -22.6°C

Punto de ebullición: 76.8°C

Punto de congelación: -22.9°C

Presión de vapor: 100 mm de Hg

Densidad: 1.597

Soluble en alcohol, benceno, éter, aceites, éter de petróleo, CHCl₃ y CS₂

Transporte y destino

No hay información disponible al respecto.

Efectos en la salud

Este disolvente desprende la cubierta lípida natural de la piel; el contacto repetido puede causar dermatitis fisurada, seca y escamosa. El contacto con los ojos es ligeramente irritante, pero de manera transitoria. La exposición excesiva puede producir depresión del sistema nervioso central, así como síntomas gastrointestinales. La exposición aguda puede presentar signos y síntomas de lesiones hepáticas y renales; la hepatitis tóxica produce náuseas, vómito y dolor abdominal, diarrea, hepatomegalia e ictericia, la insuficiencia renal aguda puede producir disminución del volumen urinario, presencia de glóbulos rojos y blancos en la orina, albuminuria, coma y muerte. El riesgo de los efectos sistémicos aumenta cuando se usa tetracloruro de carbono y se ingiere alcohol. Es potencialmente carcinógeno; puede causar efectos teratogénicos.

Toxicidad en animales domésticos y silvestres

No hay información disponible al respecto.

Reglamentación y normas

La norma federal es de 10 ppm (65 mg/m³), como promedio ponderado para un periodo de 8 horas, con una concentración máxima aceptable de 25 ppm. Concentraciones de 200 ppm, durante 5 minutos en 4 horas de exposición (STEL).

Norma NIOSH: Recomienda un límite máximo de 2 ppm, basado en un periodo de muestreo de 1 hora con un flujo de 750 ml/min.

Norma Técnica Ecológica Mexicana: 0.5 mg/litro

Medidas de protección personal

Usar cremas y guantes, así como ropa de protección y máscaras, en aquellas áreas con riesgo de exposición.

Exposición ocupacional

El tetracloruro de carbono se usa como disolvente de aceites, grasas, lacas, barnices, hule, ceras y resinas. A partir de él se sintetizan químicamente los fluorocarbonos; también se usa como agente secador azeotrópico para bujías, en la limpieza en seco, líquido de extinguidores, fumigantes y como agente antihelmíntico. El uso de este disolvente es muy amplio y se recomienda sustituirlo por disolventes menos tóxicos, siempre que sea técnicamente posible.

Lista parcial de ocupaciones con riesgo de exposición

Bomberos
Desengrasantes
Fabricantes de ceras
Fabricantes de fluorocarbonos
Fabricantes de hule
Fabricantes de insecticidas
Fabricantes de lacas
Fabricantes de propulsores
Químicos
Manipuladores de disolventes
Procesadores de grasas
Limpiadores de metales
Fabricantes de tintas
Fumigadores de granos
Fabricantes de refrigerantes

TOLUENO

Resumen

Se ha demostrado que el tolueno es embriotóxico en animales experimentales y que ocasiona un incremento en la incidencia de paladar hendido en las crías de los ratones a los que se les dosificó esta sustancia. La exposición de animales a la inhalación crónica de altos niveles de tolueno causó degeneración cerebral y encefalopatía irreversible. En humanos, la exposición aguda inhibe el sistema nervioso central y causa narcosis.

Fórmula química: $C_6H_5CH_3$

Nombre IUPAC: Metilbenceno

Sinónimos importantes y nombres comerciales: Toluol, fenilmetano

Propiedades físicas y químicas

Peso molecular: 92.13 g/g mol

Punto de ebullición: 110.6°C

Punto de fusión: -95.0°C

Gravedad específica: 0.8669 a 20°C

Solubilidad en agua: 534.8 mg/litro

Solubilidad en sustancias orgánicas: Soluble en acetona, ligroína, y disulfuro de carbono; miscible en alcohol, éter, benceno, cloroformo, ácido acético glacial y otros disolventes orgánicos.

Coefficiente de partición Log octanol/Agua: 2.69

Presión de vapor: 28.7 mm Hg a 25°C

Densidad de vapor: 3.14

Temperatura de inflamación: 4.4°C

Transporte y destino

La volatilización parece ser la mejor ruta de remoción de tolueno del ambiente acuático y sus reacciones atmosféricas subordinan todos los otros procesos de destino (USEPA 1979). La foto-oxidación es el proceso de destino atmosférico primario para el tolueno y se informa que el benzaldehído es el producto orgánico principal. Subsecuentemente, la precipitación o la deposición por gravedad pueden depositar el tolueno o sus productos de oxidación en sistemas acuáticos y terrestres. La descomposición fotolítica directa del tolueno es energéticamente improbable en la tropósfera, la oxidación y la hidrólisis son procesos poco probables en los sistemas acuáticos.

El coeficiente de partición log octanol/agua, indica que el proceso de sorción puede ser significativo. Sin embargo, estudios no específicos de la sorción en el ambiente están disponibles y se desconoce el grado al que la adsorción por sedimentación y por materia orgánica suspendida puede intervenir con la volatilización. Probablemente la bioacumulación no es un proceso de destino importante. Aunque se sabe que el tolueno es degradado por microorganismos y puede ser destoxificado y excretado por mamíferos, los datos disponibles

no permiten estimar la importancia relativa de los procesos de biodegradación/biotransformación. Casi todas las descargas del tolueno al medio ambiente por la industria se hacen en forma de emisiones atmosféricas.

Efectos sobre la salud

No existe una evidencia concluyente de que el tolueno sea carcinogénico o mutagénico en animales o humanos (USEPA 1980). El Programa Nacional de Toxicología en Estados Unidos de América, está generalmente dirigido a bioensayos de carcinogenicidad por inhalación en ratas y ratones.

La administración oral del tolueno en dosis tan baja como 260 mg/kg producen un incremento significativo en la letalidad embrionica en ratones (USEPA 1980). Se observó un decremento en el peso fetal a dosis de 434 mg/kg y aumentó la incidencia de fisura palatina con dosis de 867 mg/kg. Sin embargo, otras investigaciones efectuadas con animales de laboratorio han informado que el tolueno es embriotóxico pero no teratogénico. No hay evidencia de efectos teratogénicos en seres humanos después de la exposición al tolueno.

La exposición crítica al tolueno en concentraciones de 375 a 1 500 mg/día produce en seres humanos alteraciones en el sistema nervioso central y narcosis (ACGIH, 1980). Sin embargo, aún exponiéndose a grandes cantidades para producir inconciencia, sí llega a provocar efectos residuales dañinos en diferentes órganos. Los valores de LD₅₀ oral y de LC₀ por inhalación son de 5 000 mg/kg y de 15 000 mg/m³, respectivamente. La exposición por inhalación crónica del tolueno en concentraciones altas, produce degeneración cerebral y una encefalopatía irreversible en los mamíferos.

El tolueno en cantidades suficientes, parece tener el potencial para alterar significativamente el metabolismo y da como resultado bioactividad de ciertos compuestos químicos. Por ejemplo, el hecho de coadministrar el tolueno junto con el benceno o el estireno ha mostrado que elimina el metabolismo del benceno o estireno en las ratas.

Toxicidad en animales domésticos y silvestres

De cinco especies de agua dulce ensayadas dosificándoles tolueno, la *Daphnia magna* fue la más resistente en cuanto a efectos críticos (USEPA 1980). Los valores de EC₅₀ y LC₅₀ para las cinco especies fluctuaron entre 12 700 a 313 000 µg/litro. No hay ensayos sobre toxicidad crónica disponibles para especies de agua dulce. Las dos especies de algas de agua dulce que se estudiaron son relativamente insensibles al tolueno con valores de EC₅₀ mayores de 245 000 µg/litro. Para especies de agua salada, los valores de EC₅₀ y LC₅₀ están entre 3 700 µg/litro para camarón de bahía y 1 050 mg/litro para ostiones del Pacífico. Los valores crónicos en una prueba de embrión-larva para pez sargo, van de 3 200 a 7 700 µg/litro, y la relación aguda-crónica está entre 55 y 97. En varias especies de algas de agua salada y marinas, los efectos ocurren en concentraciones de 8 000 a más de 433 000 µg/litro.

Reglamentación y normas

Criterios en calidad del agua (USEPA):

Vida acuática

Los datos disponibles no son adecuados para establecer criterios. Sin embargo, la EPA reporta las concentraciones tóxicas inferiores que se conocen de tolueno para organismos acuáticos.

Agua dulce:

Toxicidad crítica: 17 500 $\mu\text{g/litro}$

Toxicidad crónica: Dato no disponible

Agua salada:

Toxicidad crítica: 6 300 $\mu\text{g/litro}$

Toxicidad crónica: 5 000 $\mu\text{g/litro}$

Salud humana

Criterio: 14.3 mg/litro

Norma recomendada por NIOSH: 375 mg/m^3 TWA
560 mg/m^3 STEL

Norma OSHA: 750 mg/m^3 TWA
1120 mg/m^3 nivel máximo

Norma Técnica Ecológica Mexicana: 14.4 mg/litro

Medidas de protección personal

Donde existe una concentración de vapor por encima de los límites permisibles, los trabajadores deben usar respiradores (con línea de aire) o máscaras antigas con filtros para vapor orgánico, que cubran todo el rostro. En operaciones que requieren la exposición permanente al tolueno líquido es necesario usar ropa impermeable, guantes y otro tipo de protección. La ropa mojada con tolueno debe desecharse de inmediato, a menos que sea impermeable, y es necesario cambiarse de ropa de trabajo por lo menos dos veces por semana. En áreas donde se pueden producir salpicaduras deben usarse anteojos.

Exposición ocupacional

El tolueno puede encontrarse en la manufactura del benceno. También se usa como sustrato químico para el diisocianato de tolueno, el fenol, el bencilo y sus derivados, el ácido benzóico, los sulfonatos de tolueno, los nitrotoluenos, el viniltolueno y la sacarina, así como disolvente para pinturas y revestimientos o como componentes de combustibles para automóviles o aviones.

Lista parcial de ocupaciones con riesgo de exposición

Fabricantes de adelgazadores de pinturas
Fabricantes de benceno
Fabricantes de cementos de hule
Fabricantes de diisocianato de tolueno
Fabricantes de perfumes
Fabricantes de sacarina
Fabricantes de viniltolueno
Manipuladores de lacas
Mezcladores de combustible para aviones
Mezcladores de gasolina
Trabajadores con disolventes
Trabajadores de hornos de coque
Trabajadores de la industria petroquímica
Trabajadores de laboratorios químicos

TOXAFENO

Resumen

El toxafeno es un plaguicida orgánico clorado y persistente en el ambiente natural. En animales de bioensayo ha inducido cáncer en el hígado y tumores en la tiroides en ratas. El toxafeno es fetotóxico y decrece la espermatogénesis. La exposición crónica a este compuesto ha provocado daño al hígado y a los riñones y estimula el sistema nervioso central en animales. En humanos, los síntomas de intoxicación crítica incluyen vómito, convulsiones, cianosis y coma. Es altamente tóxico en organismos acuáticos.

Información adicional

El toxafeno consiste primordialmente de canfeno clorado y una mezcla de compuestos relacionados e isómeros. En general, los valores de las propiedades físicas y químicas que se dieron a conocer son valores promedio.

Fórmula química: $C_{10}H_{10}Cl_8$ (Fórmula promedio)

Sinónimos importantes y nombres comerciales: Canfecloro, canfeno-clorado, Attac, Strobane-T.

Propiedades físicas y químicas

Peso molecular: 414 g/g mol

Punto de ebullición: Mayor de 120°C

Punto de fusión: 65-95°C

Gravedad específica: 1.64 a 25°C

Solubilidad en agua: 0.4 a 3.0 mg/litro

Solubilidad en orgánicos: Muy soluble en la mayoría de los solventes orgánicos.

Coefficiente de partición Log Octanol/Agua: 3.3

Presión de vapor: 0.2 a 0.4 mm Hg a 25°C

Punto de inflamación: 135°C (En recipiente cerrado).

Transporte y destino

Como el toxafeno es una mezcla compleja de derivados policlorados del canfeno, resulta difícil valorar su ruta de transporte y destino. Los procesos de fotólisis, oxidación e hidrólisis quizá no son destinos importantes en los sistemas acuáticos. Es persistente en el ambiente y su transporte a través del suelo, agua y aire puede ocurrir con relativa facilidad. Existe poca información disponible, pero es probable que la volatilización sea un proceso de transporte importante, especialmente para las grandes estructuras cloradas con muy baja solubilidad en agua. El toxafeno es muy estable en los procesos de degradación biológica y química en sistemas ambientales aerobios, pero presenta una reducción parcial (con pérdida del contenido de cloro) en ambientes anaerobios. De acuerdo a la biodegradación que pueda ocurrir dependerá el transporte del toxafeno en ambientes anaerobios. Un proceso

dominante en sistemas acuáticos es la absorción directa en sedimentos o la adsorción en partículas seguida por deposición en sedimentos cuando la reducción biológica y química pueden ocurrir. La rapidez de pérdida del toxafeno en sistemas acuáticos se determina parcialmente por la sedimentación de partículas y por la calidad del cuerpo de agua. Las propiedades físicas y químicas de los componentes individuales del toxafeno determinan cuales compuestos serán absorbidos y subsecuentemente reducidos. La bioacumulación es un proceso ambiental importante para el toxafeno. La adsorción por biota es rápida y significativa y puede ocurrir en sistemas naturales.

Efectos sobre la salud

Los resultados de un bioensayo llevado a cabo por el Programa de Pruebas de Carcinogénesis del Instituto Nacional del Cáncer indican que el toxafeno causa un incremento en las incidencias de carcinomas hepatocelulares en ratones y sugiere que es carcinogénico para la tiroides en las ratas (NCI 1979). El IARC ha concluido que el toxafeno es un carcinógeno animal y se sospecha que es un carcinógeno humano. También ha producido resultados positivos y negativos en una serie de ensayos diferentes de mutagenicidad. Los estudios concernientes a los efectos reproductivos del toxafeno sugieren que la administración oral puede producir toxicidad maternal y fetal. Sin embargo, no parece tener efectos teratogénicos.

La exposición crítica al toxafeno causa efectos debido principalmente a la estimulación del sistema nervioso central. La exposición subcrónica da como resultado cambios en los riñones, así como también cambios en la química de la sangre. Los síntomas de la intoxicación oral crítica por toxafeno en humanos incluye vómitos, convulsiones, cianosis y coma. Se ha considerado como una dosis letal mínima 40 mg/kg para humanos. En ratas los efectos patológicos incluyen hinchazón oscura y congestión de los riñones, degeneración grasosa y necrosis del hígado y decrece la espermatogénesis. El toxafeno en la dieta de ratas produce inhibición en la función hepatobiliaria. Para ratas se reporta una dosis oral LD₅₀ de 40 mg/kg. También se ha señalado la toxicidad del toxafeno por exposición dérmica e inhalación en humanos y en animales experimentales, pero existe mayor información sobre los efectos por ingestión.

Toxicidad en animales domésticos y silvestres

Los valores críticos medios para especies invertebradas se encuentran en el intervalo de 1.3 µg/litro para la mosca y 180 µg/litro para la especie enana. Valores para especies de peces están en el intervalo de 2 µg/litro para lobina de boca amplia a 20 µg/litro para el guppy (pez oriundo de Venezuela). Los valores crónicos de especies medias están en el intervalo de 0.037 µg/litro para el pez lerdo a 1.8 µg/litro, para la especie enana. Las relaciones críticas-crónicas para especies de agua dulce fluctúan de 71 a 265. Los valores críticos medios para invertebrados de agua salada están en el intervalo de 0.11 µg/litro para un copépodo a 1 120 µg/litro para la almeja de concha dura. Los valores para algunas especies de peces están en el intervalo de 0.5 µg/litro para el pez alfiler hasta 8.2 µg/litro para el pez sargo. Los factores de bioconcentración entre los organismos acuáticos varían entre 1 200 y 50 000 µg/litro. Las concentraciones de toxafeno que se sabe causan efectos adversos sobre las especies de plantas acuáticas fluctúan entre 0.15 a 1 000 µg/litro.

El toxafeno tiene un grado relativamente alto de toxicidad en los organismos acuáticos y es causante de la muerte de los peces y de efectos nocivos sobre su desarrollo y reproducción. Aunque es relativamente menos tóxico para las aves y los mamíferos, la bioacumulación resulta de la exposición a concentraciones excesivas. Se sabe que los pájaros mueren debido al toxafeno.

Reglamentación y normas

Criterios en calidad del agua

Vida acuática

Agua dulce:

Toxicidad crítica: 1.6 $\mu\text{g/litro}$

Toxicidad crónica: 0.013 $\mu\text{g/litro}$

Agua salada:

Toxicidad crítica: 0.070 $\mu\text{g/litro}$

Toxicidad crónica: Dato no disponible

Salud humana

Se estima de los riesgos carcinogénicos asociados con el tiempo de exposición a diferentes concentraciones de toxafeno en agua:

Riesgo	Concentración
10^{-5}	7.1 ng/litro
10^{-6}	0.71 ng/litro
10^{-7}	0.07 ng/litro

Unidades de riesgo CAG (USEPA): 1.13 (mg/kg/día)⁻¹

Norma OSHA: 0.5 mg/m³ TWA

Valor del límite umbral ACGIH: 0.5 mg/m³ TWA
1 mg/m³ STEL

Norma Técnica Ecológica Mexicana: 0.5 mg/l

Medidas de protección

Generales: Aislar el área de peligro, mantenerse contra el viento, mantener a las personas innecesarias alejadas, permanecer alejado de las áreas bajas.

Ropa de protección. Utilizar mascarilla de respiración autónoma y ropa de protección especial.

Exposición Ocupacional

No hay información disponible al respecto.

Lista parcial de ocupaciones con riesgo de exposición

No hay información disponible al respecto.

1,1,1-TRICLOROETANO

Resumen

Resultados preliminares sugieren que el 1,1,1-tricloroetano (1,1,1-TCA) induce el crecimiento de tumores en el hígado en ratas. Demostró ser mutagénico empleando los ensayos de Ames, causa transformaciones en los cultivos de células de embrión de ratas. Las exposiciones por inhalación de altas concentraciones de 1,1,1-TCA, causan depresiones al sistema nervioso central; afectan las funciones cardiovasculares; dañan a los pulmones, al hígado y a los riñones en animales y humanos. Se han asociado irritaciones de la piel y de membranas mucosas con la exposición al 1,1,1-tricloroetano.

Información adicional

Fórmula química: CH_2Cl_3

Nombre IUPAC: 1,1,1-tricloroetano

Sinónimos importantes y nombres comerciales: Metilcloroformo, cloro-1,1,1-TCA

Propiedades físicas y químicas

Peso molecular: 133.4 g/g mol

Punto de ebullición: 74.1°C

Punto de fusión: -30.4°C

Gravedad específica: 1.34 a 20°C

Solubilidad en el agua: 480-4,400 mg/litro a 20°C (en la literatura aparecen varios valores que divergen)

Solubilidad en compuestos orgánicos: Soluble en acetona, benceno, tetracloruro el carbono, metanol, éter, alcohol y solventes clorados.

Coefficiente de partición Log octanol/Agua: 2.17

Presión de vapor: 123 mm de Hg a 20°C

Densidad de vapor: 4.63 g/cm³

Transporte y destino

El 1,1,1-tricloroetano (1,1,1-TCA) se dispersa de la superficie del agua, primordialmente por volatilización. Varios estudios han indicado que el 1,1,1-tricloroetano se puede absorber dentro de los materiales orgánicos de los sedimentos, pero ésta no es una vía probable de destino para eliminarlo de la superficie del agua. El 1,1,1-tricloroetano se puede transportar en el agua subterránea, su velocidad de transporte dependerá de la composición del suelo.

El destino principal y más probable para esta sustancia química es la foto-oxidación por reacción con radicales libres en la atmósfera.

Efectos sobre la salud

El 1,1,1-tricloroetano se estudió nuevamente para carcinogenicidad, debido a que en estudios previos realizados por la NCI (1977), se excluía previamente la letalidad en la valoración de carcinogenicidad. Resultados preliminares indicaron que cuando se administraba por medio de alimentación forzada a ratones hembras, el 1,1,1-TCA incrementó la incidencia de una combinación de carcinomas hepatocelulares y adenomas (NTP, 1984). Existe evidencia que el 1,1,1-tricloroetano es mutagénico en *Salmonella typhimurium* y causa transformaciones embriocelulares en las ratas (USEPA 1980). Estos resultados sugieren que su química puede ser carcinógena.

Se han observado otros efectos tóxicos a concentraciones superiores a 350 ppm en ambientes abiertos. Los efectos tóxicos más notables del 1,1,1-tricloroetano en seres humanos y animales a muy altas concentraciones son la inhibición del sistema nervioso central, incluyendo la anestesia y el deterioro de la coordinación, equilibrio y juicio; a bajas concentraciones, menores de 350 ppm, se presentan efectos cardiovasculares, incluyendo contracciones ventriculares prematuras, decremento de la presión sanguínea y sensibilización a la arritmia epinefrina inducida; así como efectos adversos en los pulmones, hígado y riñones. También se ha informado que se presenta irritación de la piel y de las membranas mucosas como resultado de la exposición al 1,1,1-tricloroetano. El valor de la LD₅₀ por vía oral para este compuesto en ratas está alrededor de 11 000 mg/kg.

Toxicidad en animales domésticos y silvestres

La toxicidad crítica del 1,1,1-tricloroetano para especies acuáticas es bastante baja, con una concentración de LC₅₀ para las especies de prueba más susceptibles de 52.8 mg/litro. Se han realizado estudios de toxicidad no crónica del 1,1,1-tricloroetano, así como para otros etanos clorados y las relaciones crónicas-agudas están en el ámbito de 2.8 a 8.7 mg/litro. El 1,1,1-tricloroetano se bioacumula ligeramente, con un factor de bioconcentración de estado estable de nueve y una eliminación de vida media de dos días. No existe información disponible en la literatura consultada acerca de la toxicidad del 1,1,1-tricloroetano para los animales silvestres y domésticos terrestres.

Reglamentación y normas

Criterios en calidad del agua (USEPA):

Vida acuática

Los resultados disponibles no son suficientes para establecer un criterio. Sin embargo, la EPA reporta que los valores más bajos conocidos de los dos tricloroetanos (1,1,1 y 1,1,2) son tóxicos en animales acuáticos.

Agua dulce:

Toxicidad crítica: 18 mg/litro

Toxicidad crónica: 8.4 mg/litro

Agua salada:

Toxicidad crítica: 31.2 mg/litro

Toxicidad crónica: Dato no disponible

Salud humana

Criterio: 18.4 mg/litro

Norma recomendada por NIOSH: 350 ppm (1910 mg/m³)/15 min nivel máximo

Norma OSHA: 350 ppm (1910 mg/m³) TWA

Norma Técnica Ecológica Mexicana: 30 mg/l

Medidas de protección personal

El 1,1,1-tricloroetano ataca al caucho, por lo cual se recomienda el uso de ropa de protección de cuero, de alcohol polivinílico o de neopreno. En áreas donde hay altas concentraciones deben usarse máscaras que cubran toda la cara.

Exposición ocupacional

Recientemente el 1,1,1-tricloroetano se ha utilizado mucho como sustituto del tetracloruro de carbono. En su forma líquida se utiliza como desengrasante y para lavado en frío, lavado por inmersión y lavado de metales en depósito. Otros usos industriales del 1,1,1-tricloroetano incluyen su utilización en la limpieza en seco, como vapor desengrasante y como impelente.

Lista parcial de ocupaciones con riesgo de exposición

Desengrasantes

Desengrasantes de metales

Desmanchadores

Fabricantes de impelentes

Limpiadores de maquinaria

Trabajadores de tintorerías de limpieza en seco

1,1,2-TRICLOROETANO

Resumen

El 1,1,2-tricloroetano provoca tumores en el hígado y feocromocitomas en ratones. Daña el hígado y riñones de perros.

Fórmula química: $\text{CH}_2\text{ClCHCl}_2$

Nombre IUPAC: 1,1,2-Tricloroetano

Sinónimos importantes y nombres comerciales: Tricloruro de vinilo, tricloruro de etano.

Propiedades físicas y químicas

Peso molecular: 133.41 g/g mol

Punto de ebullición: 133.8°C

Punto de fusión: -36.5°C

Gravedad específica: 1.4397 a 20°C

Solubilidad en agua: 4500 mg/litro a 20°C

Solubilidad en sustancias orgánicas: Soluble en alcohol, éter, y cloroformo.

Coefficiente de partición Log octanol/Agua: 2.17

Presión de vapor: 19 mm Hg a 20°C

Densidad de vapor 4.63 g/cm³

Transporte y destino

Probablemente la volatilización y subsecuentemente la foto-oxidación en la tropósfera son los procesos de transporte y destino principales para el 1,1,2-tricloroetano. Se pueden presentar sorción, bioacumulación y biodegradación a menor escala, pero estos procesos probablemente no son tan importantes para el transporte y destino del tricloroetano.

Efectos sobre la salud

El 1,1,2-tricloroetano induce carcinomas hepatocelulares y feocromocitomas en la glándula suprarrenal de ratones machos y hembras, pero no produce un incremento significativo en la incidencia de tumores de ratas machos y hembras (NCI, 1977). No resultó mutagénico cuando se realizó el ensayo Ames. No se encontró información concerniente a la toxicidad reproductiva o de teratogenicidad del 1,1,2-tricloroetano. No

existen estudios crónicos sobre su toxicidad, pero dosis tan bajas como 400 mg/kg causan daños al hígado y riñones de perros. El valor LD₅₀ por vía oral para ratas es de 835 mg/kg.

Toxicidad en animales domésticos y silvestres

Los valores críticos de LC₅₀ para el 1,1,2-tricloroetano para organismos acuáticos de agua dulce están en el ámbito de 18 000 a 81 700 µg/litro. Se realizó un ensayo crónico que indicó que la relación crónica-aguda para el 1,1,2-tricloroetano estaba alrededor de 8.7. No se encontró información de su toxicidad en especies de agua salada, animales silvestres terrestres y domésticos.

Reglamentación y normas

Criterios en calidad del agua (USEPA):

Vida acuática

Los resultados disponibles no son suficientes para establecer un criterio. Sin embargo, la EPA reportó que los valores más bajos conocidos son tóxicos en organismos acuáticos.

Agua dulce:

Toxicidad crítica: 18000 µg/litro

Toxicidad crónica: 9400 µg/litro

Agua salada:

Toxicidad crítica: Dato no disponible

Toxicidad crónica: Dato no disponible

Salud humana

Se estima que los riesgos carcinógenos asociados con la exposición de un tiempo de vida de 1,1,2-tricloroetano en agua son:

Criterio:

Riesgo	Concentración
10 ⁻⁵	6.0 µg/litro
10 ⁻⁶	0.6 µg/litro
10 ⁻⁷	0.06 µg/litro

Unidades de riesgo CAG (USEPA): 5.7x10⁻² (mg/kg/día)⁻¹

Norma Técnica Ecológica Mexicana: 1.2 mg/l

Medidas de protección personal

Debe usarse ropa de protección y guantes. En áreas donde hay altas concentraciones de vapor deben utilizarse respiradores.

Exposición ocupacional

El 1,1,2-tricloroetano se utiliza como intermediario químico y como disolvente, aunque su empleo no está tan difundido como el isómero, 1,1,1-tricloroetano.

Lista parcial de ocupaciones con riesgo de exposición

Fabricantes de disolventes

Sintetizadores de compuestos químicos orgánicos

TRICLOROETILENO

Resumen

El tricloroetileno causa daño por inhalación, provocando mareos y pérdida del sentido, también puede causar arritmia cardiaca y llevar a una muerte repentina. La exposición repetida puede causar fatiga, pérdida de memoria, dolor de cabeza, irritabilidad, confusión mental y depresión. Puede causar daño al hígado y riñones; puede quemar la piel y puede ser carcinógeno.

Fórmula química: C_2HCl_3

Sinónimos: Acetileno, Tricloroetano, Triclorán Algilén

Propiedades físicas y químicas

Peso molecular: 131.35 g/gmol

Punto de fusión: $-73^{\circ}C$

Punto de ebullición: $86.7^{\circ}C$

Punto de inflamación: 89.6 F

Punto de congelación: $-86.8^{\circ}C$

Presión de vapor: 100 mm de Hg

Densidad: 1.4649

Transporte y destino

La distribución de tricloroetileno, se ha observado en varios ecosistemas, debido a sus propiedades físicas y químicas; por su alta presión de vapor a la temperatura ambiente se esperaría la presencia de altas concentraciones en la atmósfera, ésta se balancea con la solubilidad en agua; encontrándose en el agua, sedimentos y biota a través de partición o adsorción. La presencia del tricloroetileno en la atmósfera se demuestra por la rápida evaporación en el agua, esta evaporación tiene una vida media de 20 minutos a $25^{\circ}C$. El tricloroetileno se bioacumula; Pearson & Mc Connell (1975), han demostrado la presencia de este compuesto en organismos marinos sobre todo invertebrados ($1 \mu g/kg$); en músculos de peces ($10 \mu g/kg$); en huevos de aves marinas ($50 \mu g/kg$). El estudio se realizó en áreas cercanas a plantas de producción de organoclorados. Peason & Connell analizaron muestras de animales marinos pero en una región alejada de la planta de producción de organoclorados, encontrando en los músculos de peces $15 \mu g/kg$; en huevos de aves marinas $2.4 \mu g/kg$; para *Phalacrocorax aristotelis* (cuervo marino), para *Alca torda*, *Uria aalge*, y *Rissa tridactyla* (gaviota), la concentración promedio es de $30 \mu g/kg$.

Efectos en la salud

El tricloroetileno posiblemente irrita la piel y causa erupción cutánea o sensación de ardor. Los contactos prolongados pueden quemar y ampollar la piel. La exposición al vapor puede irritar los ojos, nariz, garganta y pulmones; niveles altos pueden causar edema pulmonar, esto puede causar la muerte.

La exposición prolongada puede causar aturdimiento, mareos, trastornos visuales, sentimiento de excitación, náusea y vómito. Niveles muy altos pueden causar arritmia cardíaca, pérdida del conocimiento y muerte. A largo plazo se pueden presentar alergias y agrietamientos a la piel expuesta. La inmersión repetida de las manos, puede causar parálisis de los dedos. Puede dañar los nervios faciales y causar parálisis, afecta al hígado y los riñones; puede causar cáncer, se ha comprobado que causa cáncer del hígado en los animales. Parece que existe una asociación entre la exposición a varios solventes (incluyendo el tricloroetileno y tolueno) y los defectos en niños recién nacidos, cuyas madres trabajan en la industria del calzado; también existen evidencias de que es teratogénico en los animales.

Toxicidad en animales domésticos y silvestres

No hay información disponible al respecto.

Reglamentación y normas

Norma OSHA: 50 ppm de exposición en el aire, durante 8 horas de trabajo.
STEL: 200 ppm de exposición de corta duración.

Norma NIOSH: 25 ppm de exposición en el aire, durante 8 horas de trabajo.

Norma ACGIH: 50 ppm de exposición en el aire, durante 8 horas de trabajo.
STEL: 200 pmm de exposición de corta duración.

Norma Técnica Ecológica Mexicana: 0.5 mg/litro

No hay ningún nivel seguro de exposición a un carcinógeno; por la tanto todos los contactos deberían reducirse al nivel más bajo posible.

Medidas de protección

Donde sea posible, limitar las operaciones a un lugar encerrado y usar ventilación de escape local en el lugar de las emisiones químicas. Se recomienda usar ropa de trabajo que le proteja y guantes. Lávarse muy bien después de exponerse al tricloroetileno y al término de su turno de trabajo. En áreas donde la concentración de vapores es excesiva, es necesario el uso de máscaras que cubran toda la cara.

Exposición ocupacional

El tricloroetileno se utiliza sobre todo como disolvente en el desengrasado por vapor. También se usa para extraer la cafeína del café, como agente de limpieza en seco y como intermediario químico en la producción de plaguicidas, ceras, gomas, resinas, alquitranes, pinturas, barnices y compuestos específicos como el ácido cloroacético.

Lista parcial de ocupaciones con riesgo de exposición

Barnizadores
Cementadores del caucho
Desengrasantes
Desnicotinizadores del tabaco
Elaboradores de grasas
Fabricantes de anestésicos
Fabricantes de colorantes
Fabricantes de desinfectantes
Fabricantes de disolventes
Fabricantes de jabones
Fabricantes de medicamentos
Fabricantes de perfumes
Fabricantes de zapatos
Impresores
Limpiadores de equipo electrónico
Limpiadores de metales
Limpiadores de textiles
Limpiadores de vidrios
Mecánicos
Procesadores de aceites
Procesadores de cafeína
Trabajadores de resinas
Trabajadores de tintorerías de limpieza en seco

2,4,5-TRICLOROFENOL

Resumen

El 2,4,5-Triclorofenol (2,4,5-TCP) promueve la formación de tumores en la epidermis de ratones. Adicionalmente, aún cuando el 2,4,5-triclorofenol no ha sido probado en un bioensayo carcinogénico completo, se ha encontrado que el 2,4,6-triclorofenol es carcinogénico en ratones y ratas. Dosis orales de 2,4,5-TCP causaron lesiones al hígado y riñones de ratas y conejos. El 2,4,5-TCP de grado técnico algunas veces se contamina con las altamente tóxicas dibenzo p-dioxinas policloradas, las cuales pueden incrementar significativamente la toxicidad del material.

Fórmula química: $C_6H_2Cl_3OH$

Nombre IUPAC: 2,4,5-Triclorofenol

Sinónimos importantes y nombres comerciales: Dowicida 2, dowicida B, preventol I

Propiedades físicas y químicas

Peso molecular: 197.5 g/g mol

Punto de ebullición: 253°C (sublima)

Punto de fusión: 68-70.5°C

Gravedad específica: 1.678 a 25°C

Solubilidad en el agua: 1 200 mg/litro a 25°C

Solubilidad en sustancias orgánicas: Soluble en alcohol, solventes orgánicos y ligroína

Coefficiente de partición Log octanol/Agua: 3.7

Presión de vapor: 1 mm Hg a 72°C

pKa: 7.0

Transporte y destino

Existe muy poca información disponible del transporte y destino en el ambiente del 2,4,5-triclorofenol; sin embargo, existe alguna información concerniente al 2,4,6-triclorofenol, el cual puede actuar en forma similar. El 2,4,6-triclorofenol tiene una presión de vapor baja (1 mm Hg a 76.5°C), análogamente al 2,4,5-triclorofenol y es improbable que se volatilice del agua. La foto-oxidación del 2,4,6-triclorofenol ocurre en la presencia de un electrón aceptor y se forman la 2,6-diclorobenzoquinona y la 2,6-diclorohidroquinona. Se ha notificado la degradación microbiana del 2,4,6-triclorofenol. En un número de muestras de suelo, la degradación completa del compuesto ocurre de 1 a 9 días y la acción microbiana y los lodos aclimatados degradan completamente el compuesto en 5 días. Sin embargo, existe una información que indica que el 2,4,5-triclorofenol es resistente a la degradación por ciertos microorganismos del suelo, posiblemente debido a que en la molécula hay un átomo de cloro meta-sustituido. De este modo, el destino del 2,4,5-triclorofenol en suelo puede diferir del 2,4,6-triclorofenol.

Efectos sobre la salud

Aún cuando el 2,4,5-triclorofenol no ha sido probado para determinar su carcinogenicidad, el bioensayo NCI en el 2,4,6-triclorofenol fue positivo para ratas y ratones. El 2,4,5-triclorofenol dio resultados negativos en el ensayo de mutagenicidad de Ames, pero se ha encontrado que promueve la formación de papilomas en la piel de ratones pretratados con el iniciador dimetilbenzoantraceno.

McCollister et al. (1961) condujo un número de estudios críticos y subcrónicos de la toxicidad del 2,4,5-triclorofenol en ratas y conejos. El valor oral crítico de LD_{50} del 2,4,5-triclorofenol fue aproximadamente de 3 000 mg/kg en las ratas. Ratas tratadas 18 veces en 24 días con dosis en el intervalo de 30 a 1 000 mg/kg no mostraron efectos adversos. Ratas suministradas con dietas con dosis diarias de 300 y 1000 mg de 2,4,5-triclorofenol por kilogramo de peso por 98 días presentaron efectos en el hígado y riñones, los cuales fueron relacionados con dichas dosis. Las ratas a las que se dieron las dosis más bajas no mostraron ningún efecto relacionado con el compuesto. Los conejos administrados con dosis orales de 10 a 500 mg/kg por 28 días exhibieron lesiones renales leves, y a 500 mg/kg lesiones en el hígado.

Estudios in vitro de los efectos del 2,4,5-triclorofenol en la fosforilación oxidativa mitocondrial mostraron que causa una desconexión completa. La concentración del 2,4,5-triclorofenol que produce una inhibición del 50% de la producción del ATP en mitocondria aislada es 6 veces menor que la concentración de 2,4,6-triclorofenol.

Cuando se consideran los efectos sobre la salud del 2,4,5-triclorofenol se debe recordar que el compuesto de grado técnico está contaminado con dibenzo p-dioxinas policloradas, incluyendo dibenzo p-dióxina 2,3,7,8 tetraclorada la cual es un tóxico fuerte y produce un gran número de efectos a la salud en animales experimentales.

Toxicidad en animales domésticos y silvestres

Se encontró que el 2,4,5-triclorofenol es un tóxico agudo a las especies acuáticas de agua salada, camarón y pez sargo después de una exposición de 96 horas a concentraciones de 3 830 y 1 660 $\mu\text{g/litro}$, respectivamente. No se cuenta con información disponible sobre la toxicidad crónica en organismos acuáticos para el 2,4,5-triclorofenol.

Reglamentación y normas

Criterios en calidad del agua (USEPA):

Vida acuática

Los resultados disponibles no son los adecuados para establecer un criterio

Salud humana

Criterio de salud: 2.6 mg/litro

Criterio organoléptico: 1.0 µg/litro

Norma Técnica Ecológica Mexicana: 400 mg/l

Medidas de protección

Generales: Aislar el área de peligro, mantenerse contra el viento, mantener a las personas innecesarias alejadas, mantenerse alejado de las áreas bajas.

Ropa de protección: Utilizar mascarilla de respiración autónoma y ropa de protección especial.

Exposición Ocupacional

No hay información disponible al respecto.

Lista parcial de ocupaciones con riesgo de exposición

No hay información disponible al respecto.

GLOSARIO

ACGIH: Confederación Industrial Americana Gubernamental de Higiene.

CAG: Grupo de Evaluación de Carcinógenos.

Coefficiente de partición Log Octanol/Agua: Es el logaritmo de la relación de la cantidad de la sustancia química que se disolverá totalmente en n-octanol con respecto a la cantidad que se disolverá en agua.

EPA: Agencia de Protección Ambiental.

Exposición: Se da cuando un individuo está en contacto con alguna sustancia.

Exposición crónica: Se refiere a una exposición logarítmica en el tiempo, exposiciones repetidas o largos períodos de tiempo entre la exposición y el daño.

LC₅₀: Concentración de sustancia inhalada que produce efectos tóxicos en el 50% de la población de animales en experimentación.

LD₀: Dosis de sustancia que no produce efectos tóxicos.

LD₅₀: Dosis de sustancia con la cual se observan efectos tóxicos en el 50% de los animales en experimentación, por ingestión o contacto dérmico.

NIOSH: Instituto Nacional de Salud y Enfermedad Ocupacional.

OSHA: Administración Ocupacional de Salud y Enfermedad.

Períodos cortos: Se refiere a exposiciones de una semana o menos.

Períodos subcrónicos: Se refiere a exposiciones cercanas a tres meses.

Presión de vapor: La presión expresada en mm Hg, a la cual la fase de vapor de la sustancia química alcanza el equilibrio con el sólido o líquido.

Punto de ebullición: La temperatura en grados centígrados a la cual la presión de vapor del compuesto es igual a la presión atmosférica.

Punto de fusión: La temperatura en grados centígrados a la cual un compuesto químico cambia del estado sólido al líquido a la presión atmosférica.

Punto de inflamación: La temperatura a la cual un líquido o sólido arde.

ppm: Partes por millón.

Solubilidad en agua: La cantidad máxima de sustancia química que se disuelve totalmente en agua a una temperatura dada.

Solubilidad en sustancias orgánicas: Es una propiedad de la sustancia química para disolverse en algún compuesto orgánico específico a una temperatura dada.

BIBLIOGRAFIA

American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH). 1980. "Documentation of the threshold limit values". 4Th Ed. Cincinnati, Ohio.

Bailey, G.W. et al., "The degradation kinetics of an ester of silvex and the persistence of silvex in water". *Weed Science* 18:413-418., 1970.

Bleavins, M.R., R.J. Aurelich y R.K. Ringer, 1984. "Effects of chronic dietary hexachlorobenzene exposure on the reproductive performance and survivability of mink and European ferrets". *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* 13:357-365.

Boutwell, R.K. y D.K. Bosch, 1959. "The tumor-promoting action of phenol and related compounds for mouse skin". *Cancer Res.* 19:413-424.

Cabral, J.R.P. et al., "Carcinogenic activity of hexachlorobenzene in hamsters". *Nature* 269:510-511., 1977.

Clement Associates. Inc., 1983. "Assessment of the Weight of Evidence for Risk Assessment for Four Selected Toxic Air Pollutants". Report Prepared for the Air Economic Branch, OPRM, U.S. Environmental Protection Agency. May 1983.

Clement Associates. Inc., 1985. "Chemical, physical and biological properties of compounds present at hazardous waste sites", Environmental Protection Agency; Bedford, Massachusetts, EUA.

Courtney, K.D., M.F. Copeland y A. Robbins, 1976. "The effects of pentachloronitrobenzene, hexachlorobenzene, and related compounds on fetal development". *Toxicol. Appl. Pharmacol.* 35:239-256.

Courtney, K.D., 1979. "Hexachlorobenzene (HCB)": A review. *Environ. Res.* 20:225-226.

Earl, F.L., E. Miller y E.J. Van Loon, 1973. "Reproductive teratogenic, and neonatal effects of some pesticides and related compounds in beagle dogs and miniature swine". In Deichmann, W.B., ed. *pesticides and Environmental: Continuing Controversy*. Papers of the 8th Inter-America Conference on Toxicology and Occupational Medicine. Stratton, New York. Vol. 2.

Gehring, P.J., 1980. "Direct testimony of Dr. Perry J. Gehring. In Re: The Dow Chemical Company et al. (2,4,5-T and silvex cancellation hearing)". Exhibit 912. FIFRA Docket No. 415 et al. U.S. Environmental Protection Agency.

Grant, D.L., W.E.J. Phillips y G.V. Hatina, 1977. "Effect of hexachlorobenzene on reproduction in the rat". *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* 5:207-216.

Hoare, D.E. y D.A. Whytock, 1967. "Photooxidation methyl ethyl ketone vapor". *Can. J. Chem.* 45:2741-2748.

Iatropoulos, M. W. et al., "Morphological effects of hexachlorobenzene toxicity in female rhesus monkeys". *Toxicol. Appl. Pharmacol.* 37:433-444., 1976.

International Agency for Research on Cancer (IARC). 1979. "IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risk of Chemicals to Humans". Vol.20: Some halogenated hydrocarbons. World Health Organization, Lyon, France. 408-415.

International Agency for Research on Cancer (IARC), 1982. "IARC Monographs on the Evaluation of the Carcinogenic Risk of Chemicals to Humans". Volume 29: Some Industrial Chemicals and Dyestuffs. World Health Organization, Lyon, France.

Irving Sax and Lewis R, 1986. "Rapid guide to hazardous chemicals in the workplace". Van nostrand rainhold company, NEW YORK, EUA.

Khera, K.S., 1974. "Teratogenicity and dominant lethal studies on hexachlorobenzene in rats". *Food Cosmet. Toxicol.* 12:471-477

National Cancer Institute (NCI). 1977. "Bioassay of 1,1,1-trichloroethane for possible carcinogenicity". CAS No. 71-55-6. NCI Carcinogenesis Technical Report Series No. 3. Washington, D.C. DHEW Publication No. (NIH) 77-803.

National Cancer Institute (NCI). 1979. "Bioassay of toxaphene for possible carcinogenicity". CAS No. 8001-35-2. NCI Carcinogenesis Technical Report Series No. 37. Washington, D.C. DHEW Publication No. (NIH) 79-837.

National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH), 1983. "Registry of Toxic Effects of Chemical Sustances". Data Base. Washington, EUA, D.C. October 1983.

National Toxicology Program (NTP), 1984. "Annual Plan for Fiscal Year 1984". Research Triangle Park, N.C. DHHS Public Health Service. NTP-84-023.

National Toxicology Program (NTP), 1984. "NTP Technical Report on the Toxicology and Carcinogenesis Studies of Methylene Chloride" (CAS No. 75-09-2) In F344/N Rats and B6C3F1 Mice (Inhalation Studies) NTP Technical Report No. 291. Research Triangle Park, North Carolina. USDHHS (NIH) Publication No. 85-2562.

Organización Panamericana de la Salud,. "Enfermedades ocupacionales", Guía para su diagnóstico. Publicación científica # 480. Washigton, EUA.

Pereira Bastos y Nefussi, 1986. "Aspectos toxicológicos de agentes químicos", Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud. OPS/OMS. Metepec, México.

Plunketti M. D, 1974. "Handbook of industrial toxicology". Traducido por Maroto Muñoz, 1974. Ediciones URMOS.A.,Madrid, España.

Roger D. Griffin, 1990. "Principles of hazardous materials management", Lewis publishers, EUA.

Rowley, M.H. et al., "Use of small mammals (voles) to assess a hazardous waste site at Love Canal, Niagara Falls, New York". Arch. Environ. Contam. Toxicol. 12:383-397., 1983.

Schwetz, D.A., B.K.J. Leong y P.J. Gehring, 1974. "Embryo and Fetotoxicity of inhaled carbon tetrachloride, 1,1-dichloroethane and methyl ethyl ketone in rats". Toxicol Appl. Pharmacol. 28:452-464.

Takenaka, S. et al., "Carcinogenicity of Cadmium Chloride aerosols in rats". JNCI 70:367-371., 1983.

Touza Pulido y Col, 1988. "Manual práctico de toxicología". Ed. Ciencias Médicas.

Turnbull, H., J.G. Demann y R.F. Weston, 1954. "Toxicity of varios refinery waste materials to freshwater fish". Ind. Eng. Chem. 46:324

USEPA, 1979. "Water Related Enviromental Fate of 129 Priority pollutants". Washington, D.C. December 1979. EPA 440/4-79-029.

USEPA, 1980. "Ambient Water Quality Criteria for Chloroform". Office of Water Regulations and Standards, Criteria and Standards Division, Washington, EUA. D.C. October 1980. EPA 440/5-80-033.

USEPA, 1985. "Health Assessment Document for Chloroform". Office of Health and Environmental Assessment, Washington, EUA D.C. September 1985. EPA 600/8-84/004F.

USEPA, 1991. "Health Assessment Document for Cadmium". Environment Criteria and Assessment Office. Research Triangle Park, North Carolina, EUA. October 1981. EPA 600/8-81-023.

Wallen, I.E., W.C. Greer y R. Lasater, 1957. "Toxicity to *Gambusia affinis* of certain pure chemicals in turbid waters". Sewage Ind. Wastes 29:295711

West, I., 1967. "Lindane and hematologic reactions". Arch. Environ. Health 15:97-101.