

USO Y EFECTO EN EL ORGANISMO DE LOS AGENTES CANCERÍGENOS EN LOS AMBIENTES LABORALES EN CHILE

AUTOR:

Ing. Juan Márquez Poblete
Profesional Sección Seguridad en el Trabajo
Subdepartamento Seguridad y Tecnologías en el Trabajo.
Departamento Salud Ocupacional.

REVISOR:

Ing. José Espinosa Robles

1. INTRODUCCIÓN

La Organización Mundial de la Salud (OMS) indica que el cáncer es una de las principales causas de muerte en todo el mundo¹ [1], lo que guarda relación con lo que sucede en Chile (estadísticas del INE del 2020), donde se indica que el Cáncer es la segunda causa de muerte en nuestro país, superada levemente por las enfermedades cardiovasculares, siendo en algunas regiones, la primera causa de muerte, sin embargo, durante el año 2019 se diagnosticaron 54.000 casos de cáncer y fallecieron por esta enfermedad 28.073 personas[2], siendo la principal causa de muerte durante el citado año, esta realidad genera cuantiosos costos sociales y económicos, pero, ¿cuántos de éstos cánceres diagnosticados, son de origen común y cuántos de origen laboral?, esta es una información que en la actualidad se desconoce y, por ende, es difícil clasificarlos según su origen, proyectándose que una parte importante de éstos, puedan tener su origen por la exposición a agentes cancerígenos en sus lugares de trabajo, a su vez, la Oficina Internacional del Trabajo (OIT) señala que las enfermedades profesionales provocan al año un número de muertes seis veces mayor que los accidentes laborales, por lo que es considerada “una pandemia oculta”. Además, agrega que se producen, en muchos casos, sin un diagnóstico adecuado, sin reconocer su origen laboral y sin que en los países se adopten medidas de prevención, protección y control adecuadas², dificultándose el origen laboral de dichas patologías, toda vez que es necesario comprobar la relación causa y efecto, entre el factor de riesgo y el efecto en la salud.

1 Durante el año 2020, se diagnosticaron en el mundo 19,3 millones de personas con cáncer, falleciendo 10 millones a causa de esta enfermedad.

2 1996-2021 Organización Internacional del Trabajo. OIT alerta sobre letales efectos de las enfermedades profesionales. [Internet]. [Citado agosto 2021]. Disponible en: https://www.ilo.org/santiago/sala-de-prensa/WCMS_211744/lang-es/index.htm.

2. OBJETIVO

Orientar el reconocimiento de la exposición a agentes cancerígenos de interés nacional por parte de la población trabajadora y presentar una relación entre éstos y su presencia en diferentes actividades económicas, señalando para cada caso, sus probables efectos sobre el organismo, en términos de la bibliografía disponible.

3. ALCANCE

Uso en ambientes laborales y efectos en la población trabajadora de los 44 agentes cancerígenos, probablemente cancerígeno o posiblemente cancerígenos, establecidos como prioridad según publicación ISP 2017 [3].

4. DESARROLLO

a. Clasificación de los Agentes Cancerígenos

La exposición a algunas sustancias de origen químico, físico o biológico en los lugares de trabajo, no sólo presenta la probabilidad de adquirir una enfermedad “tradicional” debido a la exposición prolongada a éstos (como por ejemplo una enfermedad neumoconiótica o de otro tipo), sino que muchas veces, dependiendo de las características del agente, su concentración y/o energía existente, además de tiempos prolongados de exposición, se presenta la probabilidad de desarrollar una patología crónica como es el cáncer ocupacional. Por este motivo, existen organizaciones a nivel internacional que constantemente están generando información confiable, para mantener actualizado el listado de agentes asociados a la generación de cáncer debido a su probable uso, destacándose la Agencia Internacional de Investigación en Cáncer (IARC en su sigla en inglés)

Tabla N°1:*Clasificación Agentes Cancerígenos IARC (actualizado al 4 de diciembre de 2023)*

| Grupo | Descripción | N° de agentes |
|-----------|--|---------------|
| Grupo 1 | Cancerígeno para los seres humanos | 128 |
| Grupo 2 A | Probablemente cancerígeno para los seres humanos | 95 |
| Grupo 2 B | Posiblemente cancerígeno para los seres humanos | 323 |
| Grupo 3 | No clasificados en cuanto a su carcinogenicidad en humanos | 500 |

[4], la cual siendo referente en esta materia, establece cuatro clasificaciones para un total de 1046 agentes, dependiendo de la evidencia existente, las cuales se presentan en la tabla n°1.

El Decreto Supremo N°594/99 del MINSAL, vigente a la fecha, correspondiente a la legislación chilena, contempla un listado de solo algunos de los agentes clasificados por la IARC como cancerígenos, evidenciándose que se hace necesario su actualización e incorporación de nuevos agentes cancerígenos o potencialmente cancerígenos según referencia de la IARC.

b. Agentes cancerígenos de interés para Chile.

El año 2019, el ISP publicó en la Revista Científica del Instituto de Salud Pública el trabajo “Agentes cancerígenos relevantes para la salud ocupacional en Chile: Un aporte a la implementación nacional del sistema internacional de exposición ocupacional a cancerígenos (CAREX)”[3], el citado trabajo entrega un total de 79 agentes de interés agrupados en tres categorías según su prioridad: Mayor (con 44 agentes), Moderada (con 19 agentes) y Menor (con 16 agentes), los cuales fueron seleccionados en base a una revisión de documentación internacional y reglamentación nacional en la materia, como también aspectos relacionados con la presencia, generación y utilización en diferentes procesos productivos, evidencia de exposición ocupacional y posibilidad real de evaluación como principales variables.

Al respecto, y a modo de mantener actualizada la matriz de exposición ocupacional a agentes cancerígenos (CAREX Chile), a cargo del Instituto de Salud Pública de Chile (ISP), se presenta en la tabla N°2, los agentes cancerígenos, según clasificación IARC, como también su N° CAS³ respectivo.

3 Un número CAS es una designación numérica asignada a sustancias químicas por el Servicio de Resúmenes Químicos (CAS) de EE. UU. Cada número individual permite la identificación inequívoca de una sustancia. Es uno de los métodos más comunes utilizados en el mundo.

Tabla N°2:

Agentes cancerígenos de interés, Prioridad mayor (actualizado al 04/12/2023)

| N° | AGENTE | N° CAS | IARC |
|----|--|------------|------|
| 1 | ACETATO DE VINILO | 108-05-4 | 2B |
| 2 | ACRILAMIDA | 79-06-1 | 2A |
| 3 | ACRILATO DE ETILO | 140-88-5 | 2B |
| 4 | ACRILONITRILO | 107-13-1 | 2B |
| 5 | ARSÉNICO Y COMPUESTOS DE | 7440-38-2 | 1 |
| 6 | ASBESTOS - TODAS LAS FORMAS | 1332-21-4 | 1 |
| 7 | BENCENO | 71-43-2 | 1 |
| 8 | CADMIO Y COMPUESTOS DE | 7440-43-9 | 1 |
| 9 | CARBON NEGRO O NEGRO DE HUMO | 1333-86-4 | 2B |
| 10 | CROMO | 7440-47-3 | 1 |
| 11 | CICLOFOSFAMIDA | 50-18-0 | 1 |
| 12 | CLOROFORMO | 67-66-3 | 2B |
| 13 | CLOROTALONILO | 1897-45-6 | 2B |
| 14 | DIAZINON | 333-41-5 | 2A |
| 15 | DICLOROMETANO | 75-09-2 | 2A |
| 16 | 2,4-D (ACIDO DICLOROFENOXIACETICO) | 94-75-7 | 2B |
| 17 | p-DICLOROBENCENO | 106-46-7 | 2B |
| 18 | 1,3-DICLOROPROPENO | 542-75-6 | 2B |
| 19 | EPICLORHIDRINA | 106-89-8 | 2A |
| 20 | ESTIRENO | 100-42-5 | 2A |
| 21 | ETILBENCENO | 100-41-4 | 2B |
| 22 | FORMALDEHIDO | 50-00-0 | 1 |
| 23 | GLIFOSATO | 1071-83-6 | 2A |
| 24 | HIDRAZINA | 302-01-2 | 2A |
| 25 | HUMOS DE MOTOR DIÉSEL | ---- | 1 |
| 26 | METIL ISOBUTIL CETONA | 108-10-1 | 2B |
| 27 | NEBLINA ACIDA (C/ ACIDO SULFURICO) | 7664-93-9 | 1 |
| 28 | NAFTALENO | 91-20-3 | 2B |
| 29 | NÍQUEL, Y COMPUESTOS DE | ----- | 1 |
| 30 | NITROMETANO | 75-52-5 | 2B |
| 31 | TRICLOROETILENO | 79-01-6 | 1 |
| 32 | 4,4 -METILENE-BIS-(ORTO-CLOROANILINA) (MOCA) | 101-14-4 | 1 |
| 33 | o-TOLUIDINA | 95-53-4 | 1 |
| 34 | OXIDO DE ETILENO | 75-21-8 | 1 |
| 35 | OXIDO DE PROPILENO | 75-56-9 | 2B |
| 36 | POLVO DE MADERA | ----- | 1 |
| 37 | PLOMO Y COMPUESTOS DE, INORGANICO | 7439-92-1 | 2A |
| 38 | RADIACIÓN IONIZANTE | ---- | 1 |
| 39 | RADIACIÓN SOLAR | ---- | 1 |
| 40 | RADÓN Y SUS PRODUCTOS DE DECAIMIENTO | 10043-92-2 | 1 |
| 41 | SÍLICE CRISTALINO (Cuarzo) | 14808-60-7 | 1 |
| 42 | TETRACLORURO DE CARBONO | 56-23-5 | 2B |
| 43 | TETRACLOROETILENO | 127-18-4 | 2A |
| 44 | TOLUEN DIISOCIANATO 80/20 | 26471-62-5 | 2B |

c. Uso y Efectos sobre el Organismo de Agentes cancerígenos de interés para Chile.

A continuación, se muestra listado de los 44 agentes priorizados a la fecha, presente en los procesos productivos en Chile asociándolos con el riesgo de exposición laboral y los efectos sobre el organismo de los trabajadores expuestos, basados en las referencias técnicas y evidencia nacional e internacional en la materia (CAREX de otros países, fichas técnicas de los productos, instituciones de referencia)

| AGENTE | CLASIFICACIÓN IARC | PROCESOS PRODUCTIVOS DONDE SE USA | OBSERVACIONES SOBRE EFECTOS EN EL ORGANISMO |
|--------------------------|--------------------|---|--|
| ACETATO DE VINILO | 2B | Se utiliza en la industria para la fabricación de plásticos y resinas a base de acetato de vinilo. También se utilizan para la elaboración de pinturas, textiles y papel. | El acetato de vinilo causó tumores en las narices de las ratas que respiraron concentraciones de 600 ppm durante 2 años. La Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (IARC), por sus siglas en inglés, ha determinado que el acetato de vinilo es posiblemente un carcinógeno en humanos [5]. |
| ACRILAMIDA | 2 A | Los copolímeros de poliacrilamida y de acrilamida se usan en muchos procesos industriales, tales como la producción de papel, de tintes y plásticos, y en el tratamiento del agua potable y de aguas residuales, incluidas las aguas negras. También se encuentran en productos de consumo, tales como selladores (masilla, enmasillado o calafateo), envases de alimentos y algunos adhesivos. | No hay datos adecuados para evaluar la posibilidad de causar cáncer en humanos (IARC, 1986, 1987, 1994); en animales: feocromocitomas suprarrenales, mesotelioma de túnica testicular, adenoma en pituitaria, adenoma y adenocarcinoma mamario, papiloma de la cavidad oral, adenocarcinoma uterino, adenoma de la glándula del clítoris, adenoma folicular de tiroides, adenoma pulmonar y de piel [6]. |
| ACRILATO DE ETILO | 2B | Se utiliza en la fabricación de una variedad de polímeros y copolímeros. También se utiliza como ingrediente en pinturas de látex, aglutinantes, masillas, aceites lubricantes, abrillantadores, adhesivos, fibras, plásticos y otros productos. | El contacto prolongado o repetido puede producir sensibilización de la piel. Se han detectado tumores en experimentación animal, pero este resultado puede no ser extrapolable al ser humano [7]. |
| ACRILONITRILLO | 2B | Se usa principalmente para hacer plásticos, fibras acrílicas y caucho sintético. Diversas empresas fabrican emulsiones, dispersiones y resinas acrílicas, así como monómeros y polímeros acrílicos | Desarrollo (efectos durante los períodos en que los órganos se están desarrollando), hematológicos (formación de sangre), neurológicos (sistema nervioso), reproductivos (niños productores) Si los niveles de acrilonitrilo son lo suficientemente altos o si el período de exposición es lo suficientemente largo, puede causar la muerte [8]. |
| ARSÉNICO Y COMPUESTOS DE | 1 | procesos agrícolas e industriales, como la minería y la fundición de metales. | Cánceres de piel, pulmón, vías digestivas, hígado, riñón, y cánceres de los sistemas Linfático y Hematopoyético [9]. |

| | | | |
|------------------------------|----|---|---|
| ASBESTOS - TODAS LAS FORMAS | 1 | <p>Actualmente su uso está prohibido en Chile. Sin embargo sigue estando presente en las techumbres de construcciones antiguas, la exposición laboral se presenta en las demoliciones o cambios de cubierta de estas construcciones.</p> | Cáncer de pulmón [10]. |
| BENCENO | 1 | <p>En colas de pegar, adhesivos, productos de limpieza y productos para quitar pintura, vapores de la gasolina, los gases de vehículos motorizados y las emisiones industriales.</p> <p>El benceno también se usa en la manufactura de ciertos tipos de caucho, lubricantes, tinturas, detergentes, medicamentos y plaguicidas.</p> | Leucemia y otras enfermedades [11]. |
| CADMIO Y COMPUESTOS DE | 1 | <p>El uso más común del cadmio es en la producción de baterías, específicamente como hidróxido de cadmio, uno de los dos materiales de electrodos utilizados en las baterías recargables de níquel-cadmio (Ni-Cd).</p> <p>En menor proporción, se usa para pigmentos, revestimientos y enchapados, estabilizadores, aleaciones y otros usos menores.</p> | Cáncer de pulmón [12]. |
| CARBON NEGRO O NEGRO DE HUMO | 2B | <p>El negro de humo es usado como un relleno y como agente reforzante en los productos de plástico y caucho. Polvo extremadamente fino similar al humo que queda suspendido en el aire y penetra el papel delgado o los textiles. El negro de humo es también ampliamente usado como un compuesto modelo para el hollín de motores diésel para experimentos sobre la oxidación del diésel.</p> <p>El uso más común del negro de humo (70%) es como un pigmento y una fase reforzante en los neumáticos de automóviles. El negro de humo también ayuda a conducir el calor lejos de la banda de rodamiento y del área del cinturón del neumático, reduciendo el daño termal e incrementando la vida del neumático. Las partículas del negro de humo son también empleadas en algunos materiales absorbentes para radares y en el tóner para impresora láser.</p> | <p>La evaluación del actual Centro Internacional de Investigaciones sobre el Cáncer (CIIC) es que “El negro de humo es posiblemente cancerígeno para los humanos (Grupo 2B)”. Una exposición de corto plazo a altas concentraciones del polvo de negro de humo puede producir malestar al trato respiratorio superior, a través de irritación mecánica[13].</p> |

| | | | |
|---------------------------|----------------|--|---|
| CROMO VI y sus compuestos | 1 | El cromo hexavalente se utiliza para fabricar acero inoxidable y otras aleaciones, pigmentos y conservantes de madera y en el curtido de cuero y acabado de metales (cromado). Los compuestos de cromo [VI] también se utilizan en cantidades más pequeñas en tóneres de tinta para impresoras, tintes textiles, lodos de perforación y durante el tratamiento de agua y la producción de productos químicos. | Cáncer de pulmón, cavidad nasal y los senos paranasales [14]. |
| CICLOFOSFAMIDA | 1 | Ciclofosfamida se puede utilizar en monoterapia o en combinación con otros medicamentos quimioterápicos, en función de la indicación. | Existe un aumento del riesgo de cáncer de las vías urinarias, así como de alteraciones mielodisplásicas que pueden evolucionar a leucemia aguda [15]. |
| CLOROFORMO | 2B | El cloroformo entra al ambiente como resultado de las actividades en las empresas químicas y las plantas de fabricación de papel. También se encuentra en las aguas residuales de las plantas de tratamiento de aguas negras y en el agua potable que ha sido tratada con cloro. El cloro se añade, para destruir bacterias, a casi todos los sistemas de suministro de agua potable y de plantas de aguas residuales. Durante la cloración del agua se forman pequeñas cantidades de cloroformo, el cual constituye un derivado no deseado. | El cloroformo afecta el sistema nervioso central (el cerebro), el hígado y los riñones si las personas inhalan aire o beben líquidos que contienen grandes cantidades de cloroformo [16]. |
| CLOROTALONILO | 2B | CLOROTALONIL 720 es un fungicida de contacto, eficaz en el control de enfermedades causadas por hongos. CLOROTALONIL 720 incorpora en su formulación un agente adherente para resistir las lluvias evitando el lavado del producto en los tejidos vegetales tratados. | Puede causar irritación del sistema gastrointestinal, sistema respiratorio, causa irritación en la piel y en los ojos. Produce sensibilización [17]. |
| DIAZINON | 2 ^a | Diazinon 40 WP es un insecticida-acaricida órgano-fosforado de prolongado efecto residual. Recomendado para uso en control de Insectos Rastreros en exterior de las instalaciones. Su especial formulación hace que sea un insecticida ideal para ser utilizado sobre superficies altamente absorbentes como cemento, ladrillos, suelo, maderas no tratadas, etc., logrando un efecto residual considerable en lugares de alto tráfico (Garrapatas, Pulgas, Tijeretas, Baratas, Hormigas, etc.). | Cáncer de pulmón. Linfoma No Hodgkin (evidencia limitada) [18]. |

| | | | |
|-------------------------------------|-----|--|---|
| DICLOROMETANO | 2 A | <p>El diclorometano se utiliza principalmente como disolvente en la industria farmacéutica, concretamente para la fabricación de esteroides, antibióticos, y vitaminas, utilizándose también como agente desengrasante.</p> <p>La mayoría de las emisiones de esta sustancia se producen de forma gaseosa, por el uso de disolventes en el sector industrial, y en menor proporción por el uso de determinados aerosoles y pinturas.</p> | <p>En animales, el 1,2-dicloroetano causa efectos similares a aquellos observados en los seres humanos. Además, se han encontrado tumores en los pulmones, el aparato reproductor, el cerebro y el hígado de animales [19].</p> |
| 2,4-D (ACIDO DICLOROFE-NOXIACETICO) | 2B | <p>Es un herbicida sistémico hormonal auxinico muy común, usado en el control de malezas de hoja ancha. Es el tercer herbicida más ampliamente utilizado en Norteamérica, y el más usado en el mundo.</p> | <p>La exposición al químico se cree que causa linfoma No-Hodgkin y varias otras condiciones [20].</p> |
| p-DICLOROBENCENO | 2B | <p>El p-diclorobenceno se utiliza como insecticida, repelente para polillas y fumigante contra el moho. Además, se emplea como ingrediente para productos farmacéuticos, como intermedio en la producción de sulfuro de polipropileno y en la producción de ambientadores de aire y desodorante para aseos o contenedores de basura. También se utiliza en la elaboración de tintes. De forma minoritaria, se usa como elemento auxiliar en la producción de muelas de amolar.</p> | <p>NTP (2011) concluyó que los datos disponibles de estudios epidemiológicos eran inadecuados para evaluar la relación entre cáncer en humanos y la exposición específica a p-diclorobenceno. En un estudio de cohortes se informó sobre cinco casos de leucemia asociados con la exposición a diclorobenceno (IARC 1974, 1982, 1999, citados en NTP 2011) [21].</p> |
| 1,3-DICLOROPROPENO | 2B | <p>Es un Nematicida, Fungicida e Insecticida de contacto, para el control no selectivo de nematodos, hongos e insectos del suelo, para ser usado en pre plantación.</p> | <p>El Departamento de Salud y Servicios Humanos (DHHS) ha determinado que es razonable predecir que el 1,3- dicloropropeno es carcinogénico. Los estudios en animales han demostrado que la ingestión de 1,3-dicloropropeno produce un aumento en la proporción de tumores del estómago, la vejiga y los pulmones. Los estudios en seres humanos sugieren que el 1,3- dicloropropeno puede ser carcinogénico, sin embargo, esta conclusión no es definitiva [22].</p> |
| EPICLORHIDRINA | 2 A | <p>Se utiliza principalmente para producir resinas epoxi para revestimientos protectores en latas de alimentos y bebidas.</p> <p>Las resinas epoxi también se utilizan en pinturas y otros revestimientos, compuestos estructurales, laminados de placas de circuito impreso, encapsulantes semiconductores, herramientas, moldes, fundición y adhesivos.</p> | <p>La Epiclorhidrina ha sido clasificada por la Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (IARC) como Grupo 2A, <i>probablemente cancerígena para los humanos</i>, con evidencia suficiente de carcinogenicidad en animales.</p> <p>Los estudios en ratones y ratas muestran un aumento de los cánceres digestivos, respiratorios, de cavidad nasal y dérmicos después de la exposición a la epiclorhidrina [23].</p> |

| | | | |
|--------------|-----|--|---|
| ESTIRENO | 2 A | El estireno se usa extensamente en la manufactura de plásticos y caucho. Entre los productos que contienen estireno se incluyen material aislante, fibra de vidrio, cañerías de plástico, partes de automóviles, zapatos, copas para beber y envases para alimentos y el reverso de alfombras. | <p>La Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (IARC) ha determinado que el estireno posiblemente es carcinogénico en seres humanos.</p> <p>La exposición prolongada a vapores de estireno o etilbenceno puede determinar alteraciones funcionales, exaltación de los reflejos profundos, irritación de las vías respiratorias altas, alteraciones hemáticas (particularmente leucopenia y linfocitosis) y, sobre todo, complicaciones hepatobiliares [24].</p> |
| ETILBENCENO | 2B | La mayor parte se usa para producir estireno. El etilbenceno se usa también en combustibles y solventes, gasolina, pinturas y tintas, plaguicidas, sustancias para pegar alfombras, barnices, productos de tabaco, productos para automóviles. | La exposición al etilbenceno por 2 años produjo un aumento de tumores del riñón en ratas y de tumores del pulmón y el hígado en ratones. La Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer ha determinado que la exposición prolongada al etilbenceno puede producir cáncer en seres humanos [25]. |
| FORMALDEHIDO | 1 | Construcción de materiales como tableros de partículas, madera contrachapada y otros productos de madera prensada. Además, se usa comúnmente como fungicida, germicida y desinfectante, así como conservante en casas mortuorias y laboratorios médicos. | <p>La Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (IARC) y la EPA han determinado que el formaldehído es probablemente carcinogénico en seres humanos. Esta determinación fue basada en evidencia limitada de cáncer en seres humanos y evidencia suficiente de cáncer en animales de laboratorio. Varios estudios en ratas de laboratorio expuestas de por vida a cantidades altas de formaldehído en el aire observaron que las ratas desarrollaron cáncer de la nariz. Algunos estudios de seres humanos expuestos a cantidades más bajas de formaldehído en el aire del trabajo encontraron más casos de cáncer de la nariz y la garganta (cáncer nasofaríngeo) que lo esperado [26].</p> <p>leucemia mieloide y cánceres poco comunes, entre ellos, el cáncer de seno paranasal y de cavidad nasal y el cáncer de nasofaringe [27].</p> |
| GLIFOSATO | 2 A | Un herbicida sintético ampliamente utilizado en agricultura, silvicultura, sitios industriales y ambientes acuático. | Los cánceres relacionados con los pesticidas incluyen el linfoma No Hodgkin, el mieloma múltiple, la leucemia linfocítica crónica, el cáncer de próstata, testículo, páncreas, pulmón y piel no melanoma [28]. |

| | | | |
|--|-----|--|---|
| HIDRAZINA | 2 A | <p>La hidracina se ha usado como combustible en muchos cohetes y naves espaciales, incluso en el transbordador espacial. La hidracina se usa en agua de calderas para reducir la corrosión, para reducir la cantidad de otras sustancias químicas y para iniciar o acelerar reacciones químicas. También se usa como medicamento y para fabricar otros medicamentos y productos de uso agrícola y plásticos.</p> | <p>Un número limitado de casos de exposición aguda en seres humanos sugiere que respirar hidracina ó 1,1-dimetilhidracina, o el contacto de piel con estas sustancias puede causar daño de los pulmones, el hígado, los riñones y el sistema nervioso central.</p> <p>La exposición a las hidracinas puede aumentar el riesgo de desarrollar cáncer, pero esto no ha sido estudiado en detalle en seres humanos. Sin embargo, hay muchos estudios que demuestran que las hidracinas pueden producir cáncer en algunos animales que recibieron dosis orales entre 0.06 y 19 mg/kg/día o que respiraron aire con 0.05 a 5 ppm de hidracinas [29].</p> |
| HUMOS DE MOTOR DIÉSEL | 1 | <p>Se cree que la gente que trabaja en determinadas industrias tiene un riesgo un 40% mayor de desarrollar cáncer de pulmón.</p> <p>Los camioneros tendrían un mayor riesgo de padecer cáncer por su exposición al humo de sus vehículos.</p> | Cáncer de Pulmón [30]. |
| METIL ISOBUTIL CETONA | 2B | <p>La 2-butanona se produce en grandes cantidades para su uso en pinturas, adhesivos y otros acabados porque se evapora rápidamente y se disuelve en muchas sustancias. También se evapora rápidamente en el aire.</p> | <p>Los principales efectos en la salud que se han visto en los seres humanos que respiraron concentraciones más altas de 2-butanona son irritación leve de la nariz, la garganta, los ojos y la piel.</p> <p>Los conejillos de Indias (cobayas), las ratas y los ratones que respiraron altos niveles de 2-butanona por poco tiempo perdieron el conocimiento y murieron [31].</p> |
| NIEBLA ACIDA INORGÁNICA FUERTE (C- ácido sulfúrico) | 1 | <p>Las personas que corren peligro de exposición son las que participan en trabajos de producción de fertilizantes de fosfato, isopropanol, ácido sulfúrico, ácido nítrico y baterías de plomo. La exposición también puede ocurrir durante la fundición del cobre, el decapado</p> | Cánceres de laringe y de pulmón [32]. |
| NAFTALENO | 2B | <p>Sin duda la fuente de contaminación de naftaleno más abundante se produce por la quema de maderas y combustibles fósiles.</p> | <p>Si la exposición es de corta duración puede causar efectos en la sangre dando lugar a lesiones en las células sanguíneas (hemólisis). Su ingestión puede provocar la muerte [33].</p> |

| | | | |
|--|----|--|---|
| NÍQUEL, Y COMPUESTOS DE | 1 | De forma aproximada el 65% de níquel se utiliza en la fabricación de acero inoxidable austenítico y otro 21% en la fabricación de superaleaciones. El resto se utiliza para la fabricación de otras aleaciones (Alnico, metales, monel, nitinol) y catalizadores. El níquel no es cancerígeno por ingestión, solo por inhalación. | Cánceres de pulmón, nasal y paranasal [34]. |
| NITROMETANO | 2B | El uso principal del nitrometano es como estabilizador de disolventes clorados, que se utilizan en la limpieza en seco, procesado de semiconductores, y desengrasado. También se utiliza con gran eficacia como disolvente o agente de disolución de monómeros de acrilato, como cianoacrilatos más comúnmente conocido como «super glue». | Neoplasias Pulmonares, hepáticas [35]. |
| TRICLOROETILENO | 1 | El tricloroetileno tiene dos usos principales: como solvente para eliminar la grasa de piezas metálicas y como sustancia química que se usa para fabricar otras sustancias químicas, especialmente el refrigerante HFC-134a. | Cánceres de Pulmón, Hígado [36]. |
| 4,4 -metilene-bis-(orto-cloroanilina) (MOCA) | 1 | Utilizada por la industria principalmente para producir moldes de poliuretano para el empaque de piezas. También se utiliza como revestimiento en reacciones químicas realizadas para “solidificar” pegamentos, plásticos y adhesivos. La MBOCA se utiliza muy frecuentemente debido a los múltiples usos que tienen los plásticos. Entre los otros nombres que tiene la MBOCA se encuentran 4,4'-metilenebis-(2-cloroanilina), bisamina, DACPM, MCA, metileno bis-ortocloro anilina y MOCA. | Cánceres de Estómago, Pulmón, Vejiga, Riñón [37]. |
| o-TOLUIDINA | 1 | Se utiliza en la elaboración de colorantes para textiles, histología, industria del caucho, fabricación de pesticidas. | Cánceres de Vejiga, Hígado [38]. |
| OXIDO DE ETILENO | 1 | Se usa principalmente para producir otras sustancias químicas, como anti-congelantes. En cantidades pequeñas, el óxido de etileno se usa como agente para fumigación y esterilización. El poder del óxido de etileno para dañar el ADN lo convierte en un eficaz agente para esterilización, pero esa capacidad da cuenta de su actividad como causante de cáncer. | Linfoma, leucemia [39]. |

| | | | |
|--------------------------------------|----|---|--|
| OXIDO DE PROPILENO | 2B | La mayor parte del compuesto se utiliza como un intermediario químico. Se usan pequeñas cantidades para la esterilización de equipo médico y para la fumigación de productos alimenticios. | El óxido de propileno es un agente alquilante. Es mutagénico en los microorganismos e insectos y produce daño al ADN, mutaciones y aberraciones cromosómicas en las células de mamíferos in vitro [40]. |
| POLVO DE MADERA | 1 | En aserraderos, industrias de fabricación de muebles, ebanistería y carpintería. | Cánceres de senos paranasales y de cavidad nasal [41] |
| PLOMO Y COMPUESTOS DE | 2A | <p>Los compuestos de plomo se usan como pigmentos en pinturas, en barnices para cerámicas y en materiales de relleno. La cantidad de plomo que se usa en estos productos se ha reducido en años recién pasados para minimizar los efectos nocivos del plomo sobre seres humanos y animales.</p> <p>El uso del plomo en gasolina para motores de vehículos se prohibió pero el tetraetilo de plomo aún se puede usar en gasolina para vehículos que no son para uso en carreteras y en gasolina para aviones. El plomo todavía se usa en muchos países en desarrollo. El uso del plomo en municiones, su uso principal aparte del uso en baterías, ha permanecido relativamente constante en años recientes. Sin embargo, el uso del plomo en balas y proyectiles, como también en cañas para pescar, se ha reducido debido al daño que causa al medio ambiente.</p> | El plomo afecta principalmente al sistema nervioso, tanto en niños como en adultos. La exposición ocupacional prolongada de adultos al plomo ha causado alteraciones en algunas funciones del sistema nervioso. La exposición al plomo también puede producir debilidad en los dedos, las muñecas o los tobillos. La exposición al plomo también puede producir anemia. Los niveles de exposición altos pueden dañar seriamente el cerebro y los riñones en adultos o en niños y pueden causar la muerte [42]. |
| RADIACIÓN IONIZANTE | 1 | Salud, Minas y Canteras, Industria Manufacturera, Administración Pública, Defensa, Actividades Profesionales, Técnicas y Científicas, Actividades Administrativas y Servicios de Apoyo. | Fuerte asociación entre la radiación ionizante y la leucemia, así como los cánceres de tiroides, mama, glándula salival, esófago, hueso, estómago, colon, piel, cerebro y sistema nervioso central, riñón y pulmón. Muchos otros sitios de cáncer [43]. |
| RADIACIÓN U.V. DE ORIGEN SOLAR | 1 | Las y los trabajadores expuestos/as a radiación UV son quienes ejecutan labores bajo radiación solar directa, en días comprendidos entre el 1° de septiembre y el 31 de marzo, (de 10:00 a 17:00 hrs.) y aquellos/as que desempeñan funciones habituales bajo radiación índice UV igual o superior a 6, en cualquier época del año. | Cáncer de Piel [44]. |
| RADÓN Y SUS PRODUCTOS DE DECAIMIENTO | 1 | Ingresa y se acumula en edificios a través de pisos sin terminar, juntas de losas de pared, bombas de sumidero, ventanas y grietas y aberturas en los cimientos. | Cáncer de Pulmón [45]. |

| | | | |
|-------------------------------|-----|--|--|
| SÍLICE CRISTALINO (Cuarzo) | 1 | La exposición laboral se asocia a trabajos que alteran la corteza terrestre, faenas que requieren movimiento de tierra/arena, fracturación de rocas, trabajadores que usan sierras de mano para cortar materiales como hormigón y ladrillo, | Silicosis y Cáncer de Pulmón [46]. |
| TETRACLORURO DE CARBONO | 2B | En el pasado se usó en la producción de líquido refrigerante y propulsor de aerosoles, como plaguicida, como agente para limpiar y desgrasar, en extinguidores de fuego y para remover manchas. Debido a sus efectos perjudiciales, estos usos están prohibidos y solamente se usa en ciertas aplicaciones industriales. | La exposición a altos niveles de tetracloruro de carbono puede causar daño del hígado, los riñones y el sistema nervioso central [47]. |
| TETRACLOROETILENO | 2 A | Se utiliza para el lavado en seco y para desengrasar metales en la industria aeroespacial Manufactura y reparación de calzado y botas | Linfosarcomas, leucemia, linfoma No Hodgkin y cánceres de piel, pulmón, colon, laringe, esófago, cuello uterino y tracto urogenital [48]. |
| TOLUEN DIISOCIANATO 80/20 | 2B | El mayor uso es en la síntesis de poliuretano. La mayor parte del TDI producido (80-85%) se emplea en la producción de espumas flexibles de poliuretano. También en menor medida para espumas rígidas. | El contacto prolongado o repetido puede producir sensibilización de la piel. El contacto prolongado o repetido con la piel puede producir dermatitis. La inhalación prolongada o repetida puede originar asma. Esta sustancia es posiblemente carcinógena para los seres humanos [49][50]. |

Nota: La actualización del grupo al que pertenecen los agentes nombrados en esta nota es de fecha 28/11/2023, por lo que desde la Publicación del trabajo "Agentes cancerígenos relevantes para la salud ocupacional en Chile", del 2019, los agentes Estireno y Plomo y sus compuestos fueron reclasificados cambiando del grupo 2 B al grupo 2 A, esto es de Posiblemente cancerígeno para los seres humanos a Probablemente cancerígeno para los seres humanos.

5. DEL ANÁLISIS DE LOS 44 AGENTES CANCERÍGENOS DE ACUERDO A CLASIFICACIÓN IARC, PODEMOS CONCLUIR QUE:

De los 44 agente cancerígenos de interés para Chile, las radiaciones ionizantes afectan la mayor cantidad de segmentos corporales, seguidos por el Tetracloroetileno y la acrilamida respectivamente, las que pueden generar lesiones cancerígenas en distintos órganos de los trabajadores afectados.

El órgano que es afectado por mayor número de agentes cancerígenos de interés para Chile es el Pulmón (con 12 de éstos), estando presentes en distintos procesos productivos, seguido por la sangre (patologías hematológicas) y el hígado con 11 y 8 agentes respectivamente.

Los procesos productivos en los que hay mayor presencia de agentes cancerígenos de interés para Chile, son los asociados a las actividades agrícolas, seguidos por fabricación de pinturas y en tercer lugar se encuentran la fabricación de: plásticos; adhesivos y medicamentos

6. CONSIDERACIÓN FINAL.

El principal beneficio que tiene el poder identificar los agentes cancerígenos presente en los procesos productivos es que se pueden prevenir el desarrollo de patologías cancerígenas como consecuencia de una exposición laboral, permitiendo con ello:

- Disminuir significativamente la cantidad de cánceres diagnosticados
- Permite una mejor calidad de vida de los trabajadores.
- Descomprime el sistema de salud pública que se encuentra colapsado.
- Disminuir el gasto público en tratamiento de patologías cancerígenas.

7. AGRADECIMIENTOS.

El autor de la presente nota técnica agradece el valioso aporte entregado por la Dra. Alexi Ponce Rivadeneira, en relación con la opinión técnica y sugerencias entregadas durante la revisión del texto.

8. BIBLIOGRAFÍA

1. Ministerio de Salud. Departamento de Epidemiología. Segundo Informe de Registros Poblacionales de Cáncer de Chile. Chile 2023.
2. Anuario de estadísticas vitales período de información: Instituto Nacional de Estadísticas (INE), 2020, disponible en: https://www.ine.gob.cl/docs/default-source/nacimientos-matrimonios-y-defunciones/publicaciones-y-anuarios/anuarios-de-estad%C3%ADsticas-vitales/anuario-de-estad%C3%ADsticas-vitales-2020.pdf?sfvrsn=6fb93518_4
3. Agentes cancerígenos relevantes para la salud en Chile: Un aporte a la implementación nacional del sistema internacional de exposición ocupacional a cancerígenos (CAREX), Revista del Instituto de Salud Pública de Chile, disponible en: <https://revista.ispch.gob.cl/index.php/RISP/article/view/72>
4. Agencia Internacional de Investigación del Cáncer, Monografías de la IARC sobre la identificación de peligros cancerígenos para los seres humanos (09/11/23), Disponible en: <https://monographs.iarc.who.int/agents-classified-by-the-iarc/>
5. Sitio Web, New Jersey Department of Health and Senior Service, disponible en: <https://www.nj.gov/health/eoh/rtkweb/documents/fs/1998sp.pdf>
6. Sitio Web, CAREX Colombia, disponible en: <https://www.cancer.gov/espanol/cancer/causas-prevencion/riesgo/dieta/hoja-informativa-acrilamida#:~:text=y%20de%20acrilamida.,%C2%BFHay%20una%20asociaci%C3%B3n%20entre%20la%20acrilamida%20y%20el%20c%C3%A1ncer%3F,mutaciones%20y%20da%C3%B1os%20al%20ADN.>
7. Sitio Web, Fichas internacionales de seguridad OIT, disponible en: https://www.ilo.org/dyn/icsc/showcard.listcards3?p_lang=es
8. ATSDR Agencia para sustancias tóxicas y el Registro de enfermedades, disponible en: https://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs125.html
9. Sitio Web, Instituto Nacional del Cáncer de los Institutos Nacionales de la Salud de EE. UU, disponible en: <https://search.nih.gov/search?utf8=%E2%9C%93&affiliate=nih-espanol&query=ars%C3%A9nico&commit=Buscar>
10. Instituto Nacional del Cáncer de los Institutos Nacionales de la Salud de EE. UU, disponible en: <https://search.nih.gov/search?utf8=%E2%9C%93&affiliate=nih-espanol&query=asbesto&commit=Buscar>
11. Instituto Nacional del Cáncer de los Institutos Nacionales de la Salud de EE. UU, disponible en: <https://search.nih.gov/search?utf8=%E2%9C%93&affiliate=nih-espanol&query=benceno&commit=Buscar>
12. Sitio Web, CAREX Canadá, disponible en: <https://www.carexcanada.ca/profile/cadmium/>
13. Sitio Web, Fichas internacionales OIT, disponible en: https://www.ilo.org/dyn/icsc/showcard.display?p_lang=es&p_card_id=0471&p_version=2
14. Sitio Web, Carex Canadá, sitio web, disponible en: https://www.carexcanada.ca/profile/chromium_hexavalent/
15. Sitio Web, Agencia española en medicamentos y productos sanitarios, disponible en: https://cima.aemps.es/cima/pdfs/es/ft/33411/33411_ft.pdf

16. Sitio Web, Agencia de sustancias tóxicas y el registro de enfermedades de EEUU., disponible en: https://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs6.html
17. Sitio Web, Servicio Agrícola y Ganadero del estado de Chile, sitio web https://www.sag.gob.cl/sites/default/files/etiqueta-clorotalonil-720_ok_f.pdf
18. Sitio Web, CAREX Canadá, sitio web <https://www.carexcanada.ca/profile/diazinon/>
19. Sitio Web, ATSDR Agencia para sustancias tóxicas y el Registro de enfermedades, disponible en: https://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es_tfacts38.html
20. Sitio Web, Instituto Nacional de seguridad y salud en el trabajo, disponible en: https://www.ilo.org/dyn/icsc/showcard.display?p_lang=es&p_card_id=0033&p_version=2
21. Sitio Web, Agencia para sustancias tóxicas y el Registro de enfermedades, disponible en: https://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es_tfacts10.html
22. Sitio Web, Servicio agrícola y ganadero del estado de Chile, disponible en: https://www.sag.gob.cl/sites/default/files/triform-30_12-01-2021.pdf
23. Sitio Web, CAREX Canadá, disponible en: <https://www.carexcanada.ca/profile/epichlorohydrin/>
24. Sitio web, EUSTON96, disponible en: <https://www.euston96.com/estireno/>
25. Sitio Web, Agencia de sustancias tóxicas y el registro de enfermedades de EEUU, disponible en: https://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs110.html
26. Sitio Web, ATSDR Agencia para sustancias tóxicas y el Registro de enfermedades, disponible en: https://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs111.html
27. Sitio Web, Instituto Nacional del Cáncer de EEUU, disponible en: <https://www.cancer.gov/espanol/cancer/causas-prevencion/riesgo/sustancias/formaldehido>
28. Sitio Web, CAREX Canadá, disponible en: <https://www.carexcanada.ca/special-topics/pesticides/>
29. Sitio Web, ATSDR Agencia para sustancias tóxicas y el Registro de enfermedades, disponible en https://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs100.html
30. Sitio Web, Biblioteca MINSAL, disponible en: <http://www.bibliotecaminsal.cl/el-humo-del-diesel-produce-cancer-segun-la-oms/>
31. Sitio Web, ATSDR Agencia para sustancias tóxicas y el Registro de enfermedades, disponible en https://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs29.html
32. Sitio Web, Instituto Nacional del Cáncer, disponible en: <https://www.cancer.gov/espanol/cancer/causas-prevencion/riesgo/sustancias/acido-inorganico#:~:text=%C2%BFcu%C3%A1les%20son%20los%20c%C3%A1nceres%20relacionados,de%20laringe%20y%20de%20pulm%C3%B3n.>
33. Sitio Web, Ministerio para la transición ecológica y el reto Demográfico, España, disponible en <https://prtr-es.es/Naftaleno,15655,11,2007.html>
34. Sitio Web, Carex Canadá, disponible en: <https://www.carexcanada.ca/profile/nickel/>

35. Sitio Web, Biblioteca Nacional de medicina de EEUU, disponible en:
<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Nitromethane>
36. Sitio Web, ATSDR Agencia para sustancias toxicas y el Registro de enfermedades, disponible en
https://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es_tfacts19.html
37. Sitio Web, Oxford University, disponible en
<https://academic.oup.com/occmmed/article/59/6/402/1434494>
38. Sitio Web, New Jersey Department of Health Hoja informativa, disponible en:
<https://nj.gov/health/eoh/rtkweb/documents/fs/1442sp.pdf>
39. Sitio Web, Instituto Nacional del Cáncer de los Institutos Nacionales de la Salud de EE. UU, disponible en:
<https://www.cancer.gov/espanol/cancer/causas-prevencion/riesgo/sustancias/oxido-de-etileno>
40. Sitio Web, PISSQ Programa internacional de seguridad de las sustancias químicas, Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud disponible en:
<https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/52876/OXIDO%20DE%20PROPILENO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
41. Sitio Web, NIH Instituto Nacional del Cáncer, disponible en:
<https://www.cancer.gov/espanol/cancer/causas-prevencion/riesgo/sustancias/polvo-de-madera>
42. Agencia para sustancias toxicas y el Registro de enfermedades
https://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs13.html
43. Sitio web, CAREX Canadá disponible en:
https://www.carexcanada.ca/profile/ionizing_radiation/
44. Sitio Web, Instituto de Seguridad Laboral, Ficha técnica UV, disponible en:
<https://www.isl.gob.cl/wp-content/uploads/006-Ficha-Radiacion-UV.pdf>
45. Sitio Web, CAREX Canadá, disponible en:
<https://www.carexcanada.ca/profile/radon/>
46. Guía Técnica, Exposición Laboral a Sílice libre cristalina, ISP, disponible en:
<https://www.ispch.cl/sites/default/files/Nota%20T%C3%A9cnica%20N%C2%B0%2039%20Exposici%C3%B3n%20Laboral%20a%20S%C3%ADlice%20Libre%20Cristalina.pdf>
47. Sitio Web, Agencia de sustancias tóxica y el registro de enfermedades de EEUU, disponible en:
https://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es_tfacts30.html#:~:text=En%20el%20pasado%20se%20us%C3%B3,usa%20en%20ciertas%20aplicaciones%20industriales.
48. Sitio Web, ATSDR, Agencia de sustancias tóxica y el registro de enfermedades de EEUU, disponible en:
https://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es_tfacts18.html
49. Sitio Web, Organización Internacional del trabajo, Fichas internacionales de Seguridad, disponible en:
https://www.ilo.org/dyn/icsc/showcard.display?p_card_id=0339&p_version=2&p_lang=es
50. Sitio Web, Textos científicos, disponible en:
<https://www.textoscientificos.com/quimica/tdi>