

Riesgos toxicológicos por la exposición ocupacional al formaldehído en las salas de anatomía patológica

Toxicological risk of occupational exposure to formaldehyde in the halls of pathological anatomy

José Jaimes Morales,¹ Karem Pérez Díaz,² Carlos Severiche Sierra³

RESUMEN

El formaldehido (también denominado óxido de metileno), es un gas incoloro e irritante para las mucosas respiratorias y conjuntivales y su solución acuosa (formol o formalina), irrita de igual modo la piel. Ambas puertas de entrada por inhalación y contacto, son nuestras vías de exposición. El riesgo ocupacional al formaldehido se produce durante la realización de tableros, plásticos, calzado, productos abrasivos y de caucho. Así como también, se encuentra en los procesos de barnizado, acabados de productos textiles, tratamientos de pieles, cosméticos y actividades de fundición, por lo que se considera que los grupos profesionales con mayor probabilidad de exposición son embalsamadores, trabajadores de las industrias de papel, estilistas y los trabajadores de los servicios de anatomía patológica. Las enfermedades producidas por este agente químico varían de acuerdo a la dosis (cantidad), la duración (por cuanto tiempo) y la manera en como ingresa al organismo; lo que nos permite mediante este artículo de revisión, exponer el impacto que causa a la salud de los profesionales de los servicios de anatomía patológica, dando a conocer el uso del formaldehido en la industria, cómo se encuentra en el medio ambiente y de qué manera se convierte en un gas nocivo para la salud, además de la normatividad vigente y normas de bioseguridad con respecto al uso de este químico. Por último, los retos presentes y futuros que incluyen la evaluación de la prevención de riesgos y las medidas recomendadas. El cumplimiento en cuanto a las medidas de protección personal, garantiza a los trabajadores una disminución importante en el riesgo de lesiones agudas o crónicas por el uso continuo de la formalina, así como también la ventilación adecuada ayuda a proporcionar un ambiente seguro para el trabajo. La deficiencia de ambos representa un riesgo potencial que puede llevar a lesiones en vías respiratorias superiores por la cantidad de aire concentrada en el ambiente.

Palabras Claves: Agente químico, Formaldehido, Patólogo, Riesgo Ocupacional, Salud.

¹ Magister en Ingeniería Química, Magister en Ciencia y Tecnología de Alimentos, Especialista en Ciencia y Tecnología de Alimentos, Ingeniero de Alimentos, Licenciado en Química y Biología. Docente Investigador de la Universidad de Cartagena. Cartagena de Indias, Colombia.

² Estudiante y Miembro del Semillero de Investigación del Programa de Salud Ocupacional de la Facultad de Enfermería, Universidad de Cartagena. Cartagena de Indias, Colombia.

³ Magister en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente, Especialista en Ingeniería Sanitaria y Ambiental, Químico. Docente Investigador de la Universidad de Cartagena. Cartagena de Indias, Colombia.

Correspondencia: jjaimesmor@yahoo.es

ABSTRACT

Formaldehyde (also called methylene oxide), is a colorless gas and irritating to the respiratory and conjunctival mucosa and its aqueous solution (formalin or formalin), equally irritated skin. Both gateways by inhalation and contact are our exposure pathways. Occupational risk to formaldehyde is produced during the realization of boards, plastics, footwear, rubber and abrasives. And also, is in the process of coating, finishing of textiles, treatments of skin, cosmetics and smelting activities, so it is considered that professional groups most likely exposure are embalmers, workers in industries of paper, stylists and service workers pathology. The diseases caused by this chemical vary according to the dose (how much), the duration (how long) and the way in which enters the body; allowing us through this review article, exposing the impact it causes to health service professionals pathology, revealing the use of formaldehyde in the industry, how it is in the environment and how becomes a noxious gas to health in addition to the current regulations and biosafety regulations regarding the use of this chemical. Finally, present and future challenges including the assessment of risk prevention and recommended actions. Compliance regarding personal protective measures, ensures a significant reduction in the risk of acute or chronic by the continuous use of formalin injuries, as well as proper ventilation helps provide a safe working environment for workers. Both deficiency poses a potential risk that may lead to lesions in the upper airways concentrated amount of air in the environment.

Keywords: Chemical, formaldehyde, Pathologist, Occupational Risk, Health.

INTRODUCCIÓN

El Formaldehído puro a temperatura y presión ambiente es un gas incoloro de olor fuerte e irritante que a temperaturas menores de $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ es un líquido transparente e incoloro lo que permite que sea irritante para los ojos y el tracto respiratorio aun a bajas concentraciones (1 ppm) causando sensación de ardor a mayores concentraciones; los vapores de soluciones de formaldehído son inflamables y explosivos (1-3). El formaldehído es un producto metabólico importante en plantas y animales y por ello está presente en el medio ambiente de forma natural en bajas concentraciones. También se genera en el medio ambiente por combustión incompleta de material orgánico como combustibles líquidos o gaseosos derivados del petróleo (4).

En estado gaseoso puro el formaldehído tiende a polimerizar y por ello no se comercializa en forma pura; su almacenamiento y transporte se realiza en forma de soluciones en agua y metanol ya que las formas comerciales de estas soluciones, conocidas como formalinas, corresponden a entre 30 % y 40 % de formaldehído y 15 % de metanol como agente estabilizante (1, 3). Otros agentes estabilizantes pueden estar presentes hasta en 100 mg/L, (5-6). Otra presentación comercial del formaldehído corresponde a su forma sólida en dos tipos de productos, el trioxano $[(\text{CH}_2\text{O})_3]$ y el paraformaldehído que es la forma polimerizada del Formaldehído de entre 8 y 100 unidades (5-6). El formaldehído es uno de los químicos orgánicos más importantes para síntesis en la industria química, donde se pueden encontrar hasta 50 líneas de trabajos diferentes (4).

El formaldehído tiene un VLA-EC de 0,3 ppm que a bajas concentraciones en el ambiente, provoca irritación ocular, del tracto respiratorio y de la piel y la inhalación de este a altas concentraciones provoca severa irritación del tracto respiratorio e incluso puede provocar la muerte. El formaldehído ha sido reclasificado recientemente por la Agency for Research on Cancer (IARC) del grupo 2A (probablemente carcinogénico en humanos) a grupo 1 (carcinogénico en humanos) (7-9).

Aunque la concentración estándar del 37 % se mantiene estable en un ambiente con temperatura normal, el rango de explosión es muy amplio y va desde el 7 al 73 % de volumen en el aire, debido a que la temperatura a la cual se produce auto ignición es de 430 grados centígrados y el oxígeno del medio ambiente puede oxidar el formaldehído a ácido fórmico especialmente al calentarlo y la ingestión de líquidos que contengan del 10 al 40 % de formalina causa irritación severa en la boca, garganta y estómago, además que después de la ingestión hay dolor abdominal severo, pérdida de conciencia y muerte; ya que si la ingesta es de formalina diluida al 0.03- 0.04 se produce solamente malestares en faringe y estómago (10). La inhalación irrita el tracto respiratorio superior y ojos. Concentraciones de 0.5 a 2.0 partes por millón (ppm) irritan ojos, nariz y garganta, si la concentración oscila entre 3-5 ppm puede causar además lagrimeo, de 10-20 ppm causa dificultad respiratoria, sensación quemante en nariz y garganta y tos, de 25-30 ppm se produce daño severo en el tracto respiratorio que lleva a edema pulmonar y neumonitis. Por último una concentración mayor de 100 ppm puede causar la muerte. Se han reportado muertes por exposición a altas concentraciones de formalina. La formalina a nivel de la piel es irritante y produce decoloración blanca, descamación, y resequedad. El uso prolongado puede llevar a dermatitis eczematosa (11). Los efectos crónicos a la exposición de esta sustancia que es carcinogénica, desencadena efectos mutagénicos y secuelas respiratorias crónicas por la exposición prolongada (12).

Teniendo en cuenta el material referenciado en este documento, se identificarán los daños causados por el formaldehído al medio ambiente, así como también, los riesgos toxicológicos derivados del uso del formaldehído en las salas de anatomía patológica, lo que representa un peligro asociado al desarrollo de esta actividad.

USO DEL FORMALDEHIDO EN INSTALACIONES PRESTADORAS DE SERVICIOS DE SALUD

El formaldehido es uno de los compuestos orgánicos básicos de mayores aplicaciones en la industria química, ya que se utiliza mucho en la fabricación de materiales para la construcción y en la elaboración de productos para el hogar, principalmente resinas adhesivas para tableros de madera aglomerada, madera terciada, tablas de fibras, resinas melamínicas, para los laminados plásticos, y para tableros (13). Los procesos de producción y materias primas para el Formaldehído hacen que este sea un producto intermedio de gran abundancia, bajo costo, alta pureza y amplia versatilidad para uso en muchas industrias de transformación química (14). Se utiliza como conservante en la formulación de algunos cosméticos y productos de higiene personal como champús, cremas para baño, sales yódicas para la higiene íntima femenina y también en los famosos alisados permanentes, pero su uso en estos productos se ha prohibido ya en algunos países debido al alto riesgo para la salud de quien trabaja con ellos habitualmente (15).

Nuestros cuerpos producen cantidades pequeñas de formaldehído en forma natural como parte del metabolismo diario normal; estas cantidades pequeñas no son perjudiciales (16). También se puede encontrar formaldehído en el aire que respiramos en el hogar y el trabajo, en los alimentos que comemos y en algunos productos que usamos en la piel, debido a que existe una fuente importante de formaldehído en el aire que respiramos diariamente, el cual se encuentra en el smog en la capa inferior de la atmósfera (17). El escape de automóviles con convertidores catalíticos o de automóviles que usan gasolina oxigenada también contiene formaldehído (18). En el hogar, el formaldehído es producido por cigarrillos y otros productos de tabaco, estufas de gas y chimeneas abiertas al aire, se usa como preservativo en algunos alimentos tales como quesos italianos, alimentos desecados y pescados, en productos que se usan diariamente en el hogar, por ejemplo, antisépticos, medicamentos, cosméticos, líquidos para lavar platos, suavizadores de telas, artículos para el cuidado de zapatos, limpiadores de alfombras, pegamentos y adhesivos, barnices, papel, plásticos y en algunos productos de madera (19). También existe exposición si trabaja en un hospital, laboratorio, depósito de cadáveres o fábrica de productos químicos o podría estar expuesto a altas cantidades de formaldehído si es médico, profesional de enfermería, dentista, veterinario, farmacéutico, patólogo, embalsamador, o estudiante que trabaja en un laboratorio con muestras conservadas en esa sustancia (20).

Además, el formaldehído es de uso general como un fungicida, fertilizante, germicida, desinfectante industriales, y en la fabricación de extintores de incendio, colorantes y explosivos entre otros usos. El formaldehído puede también ser emanado espontáneamente desde los materiales que lo contengan al ambiente, o al quemarse madera, keroseno y gas natural (21).

EXPOSICIÓN OCUPACIONAL

El linfoma es un cáncer de una parte del sistema inmunológico llamado sistema linfático. Existen muchos tipos de linfoma. Un tipo se denomina enfermedad de Hodgkin. El resto se conoce como Linfoma no Hodgkin (22). Los linfomas no Hodgkin comienzan cuando un tipo de glóbulos blancos, llamado células T o células B, se hacen anormales. Las células se dividen una y otra vez aumentando el número de células anormales. Las células anormales pueden diseminarse a casi todas las demás partes del cuerpo. La mayor parte del tiempo, los médicos no pueden determinar por qué una persona desarrolla un linfoma no Hodgkin (23).

El formaldehído debe considerarse como un producto especialmente peligroso, ya que, además de su acción irritante (la irritación ocular en el hombre se presenta a concentraciones entre 0,1 y 1 ppm) y alergena (el formol es responsable además de sensibilizaciones cutáneas), está clasificado por la International Agency for Research on Cancer (IARC) en el grupo 2A (sustancia probablemente cancerígena) (24). La American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH) ha fijado un TLVC (valor techo no sobrepasable en ningún instante) de 0,3 ppm (0,37 mg/m³) y lo incluye en el grupo A2 (carcinógenos con sospecha de serios en el humano) (25). La Organización Mundial de la Salud (OMS) recomienda, como valor de calidad de aire, no

superar los 100 µg/m³ para un tiempo promedio de 30 minutos con el fin de evitar quejas de personas sensibles por problemas de irritación y de olor (26).

El personal que trabaja en los Servicios de Anatomía Patológica constituye uno de los grupos profesionales expuestos a los vapores del formol mejor definido. El Colegio Real de Patólogos del Reino Unido dispone de un censo de patólogos desde 1973 gracias al cual se pudo realizar un primer estudio de mortalidad en una cohorte 250 patólogos y 243 técnicos de laboratorio (27). En este estudio, publicado en 1975, el número de fallecimientos por leucemias y linfomas no Hodgkin fue el doble de lo esperado (28). Según Annette M. Bachand, investigadora a propósito del Cáncer nasofaríngeo y nasosinusal por exposición ocupacional a formaldehído, se trata del primer estudio realizado en trabajadores expuestos al formaldehído (29).

Otro grupo profesional de riesgo lo constituyen los embalsamadores. Uno de los más recientes trabajos que exploran el riesgo de profesional de estos trabajadores encuentra, para aquellos con un mayor nivel de exposición, una mortalidad por leucemia mieloide hasta casi 4 veces más que los trabajadores con menor nivel de exposición (30).

Al igual que las leucemias, especialmente la leucemia mieloide, se asocian con la exposición a formaldehído el resto de tumores malignos, también por exposición a formaldehído, queda agrupado en la literatura científica bajo el epígrafe de tumores sólidos (31).

Una de las primeras referencias que alertaron del riesgo de cáncer de encéfalo en un grupo profesional expuesto al formaldehído, fue el segundo estudio de mortalidad en patólogos ingleses (cohorte 1974-1980), realizado por JM Harrington (32). En el primer estudio de JM Harrington del mismo grupo profesional (cohorte 1963-1973), no se había encontrado exceso de mortalidad por tumores encefálicos (33). En una revisión publicada en 1990 sobre cáncer por exposición a formaldehído que incluía 30 estudios epidemiológicos, el tumor maligno encefálico estaba vinculado con exposición profesional, pero los hallazgos negativos respecto de la exposición industrial hacían pensar que otros agentes distintos del formaldehído fueran los responsables del riesgo profesional (34).

MECANISMOS DE TOXICIDAD

En el **Sistema Inmunitario** el formaldehído es un alérgeno, ya que tiene acción **sensibilizante**, es decir, por inhalación o contacto directo puede ocasionar una reacción de hipersensibilidad, y, exposiciones posteriores incluso de muy baja concentración, pueden causar reacciones alérgicas severas de la piel (dermatitis de contacto), los ojos, el tracto respiratorio (edema laríngeo y bronco espasmo) e incluso generalizadas como el choque anafiláctico (35).

La inhalación de dosis altas de formaldehído produce irritación severa de la vía aérea que puede inclusive llegar a causar la muerte. La N.I.O.S.H (National Institute for Occupational Safety and Health) ha establecido un valor I.D.L.H (Immediately Dangerous to Life or Health Concentration) de 20 ppm; (36) esto expresa la concentración ambiental

de formaldehído con la cual una persona corre riesgo inminente de daño a su salud o muerte (37).

La ingestión de formalina puede producir la muerte inclusive en cantidades que van desde los 30 mililitros (38). Los síntomas que se pueden presentar incluyen náuseas, vómitos y dolor abdominal severo. Se pueden presentar daños a nivel hepático, renal, esplénico, pancreático y a nivel del sistema nervioso central como respuesta aguda ante la ingestión de esta sustancia (39).

También se ha demostrado a través de estudios que tiene potencial genotóxico (40). Actualmente se reconoce a la formalina como una sustancia con potencial cancerígeno ya que está clasificada como parte del Grupo 1 (sustancia carcinogénica) de la I.A.R.C (International Agency for Research on Cancer) (41).

El formaldehído es genotóxico en modelos in vitro, en animales y en humanos. Se han observado un número aumentado de entrecruzamientos proteínas-ADN en linfocitos de sangre periférica de trabajadores expuestos, en las vías aéreas superiores de monos y en la mucosa nasal de ratas (42). La proliferación celular aumenta significativamente con concentraciones de formaldehído superiores a seis partes por millón en ratas, amplificando los efectos genotóxicos. El Grupo de trabajo concluye que «tanto la genotoxicidad como la citotoxicidad juegan un importante papel en la carcinogénesis por formaldehído en los tejidos nasales (43).

Igualmente se le ha adscrito un alto potencial teratogénico y mutagénico, puesto que el formaldehído atraviesa la placenta y entra en los tejidos fetales, sobre todo a nivel del tejido nervioso y hepático (44). Asimismo, el formaldehído reacciona químicamente con los compuestos orgánicos como el ácido desoxirribonucleico, nucleósidos, nucleótidos, proteínas y aminoácidos mediante reacciones de adición y condensación, formando aductos de proteínas y ácidos desoxirribonucleicos cruzados (45).

NORMATIVIDAD

El método "Determinación de formaldehído en aire-Método espectrofotométrico mediante la sal disódica del ácido 4-5 dihidroxinaftaleno 2-7 disulfónico (ácido cromotrópico)", es un método aceptado por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT) (46). Como método aceptado se entiende: un método utilizado en el INSHT y que ha sido sometido a un protocolo de validación por organizaciones oficiales competentes en el área de la normalización de métodos analíticos, o bien, ha sido aceptado como método recomendado por asociaciones profesionales dedicadas al estudio y evaluación de riesgos por agentes químicos; así como, aquellos métodos recomendados por la UE o basados en métodos ampliamente conocidos y utilizados por especialistas en este tipo de análisis (47).

En la actualidad, la información toxicológica disponible ha llevado a la Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer de Lyon y a la Conferencia Gubernamental Americana de Higienistas Industriales a considerar al formol como probable genotóxico y carcinógeno humano (IARC, 1.995) (48).

Veintiséis científicos de 10 países evaluaron las evidencias disponibles sobre la carcinogenicidad del formaldehído, un producto químico extensamente usado informó el Dr. Peter Boyle, director de la Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (IARC), perteneciente a la Organización Mundial de la Salud. El grupo de trabajo, convocado por el Programa Monográfico del IARC, concluye que el formaldehído es carcinógeno para los seres humanos. Las evaluaciones anteriores, concluían que el formaldehído era probablemente carcinógeno para los seres humanos, pero la nueva información procedente de estudios de personas expuestas al formaldehído ha aumentado el peso global de la evidencia (49).

La exposición de los empleados al formaldehído debe limitarse a 0.75 partes por millón (ppm) como promedio ponderado en relación al tiempo (TWA) de 8 horas y 2,0 ppm de límite de exposición a corto plazo (STEL) como promedio durante un periodo de 15 minutos (50).

En países como España, las medidas de control para las personas expuestas al formaldehído, se encuentra citado en el art. 25.2 de la ley 31/95, la cual obliga a los empresarios a tener en cuenta en las evaluaciones de riesgo la posibilidad de que las condiciones de trabajo constituyan un riesgo para la función reproductiva de los trabajadores, con la finalidad de adoptar medidas preventivas necesarias (51).

En Colombia la NTC establece las recomendaciones relativas al transporte de mercancías peligrosas de la Organización de las Naciones Unidas (ONU), la serie de cuatro dígitos que para el caso del formaldehído, 2209 formaldehído en solución con un mínimo del 25 % del formaldehído, corresponde al número de identificación asignado por esta organización (52).

En los lugares de trabajo, de acuerdo a la ley 55 de 1993, sobre la seguridad en la utilización de los productos químicos en el trabajo, cada frasco, envase, garrafa, tambor, tanque o vasija que contenga cualquier tipo de sustancia química, debe estar debidamente etiquetado y marcado con la identidad del producto que contiene y también debe incluir la advertencia sobre sus riesgos, sus incompatibilidades de almacenamiento cerca otras sustancias químicas peligrosas y medidas de primeros auxilios en caso de ocurrir algún accidente (53).

Las hojas de datos de seguridad del material contienen información útil y deben estar al alcance de todos los trabajadores, usuarios y transportadores, por lo que es importante que estas personas aprendan a interpretar y aplicar sus datos, para convertirlas en herramientas efectivas en la prevención de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales de origen químico. El modelo recomendado lo establece las normas ANSI Z 400.1 de 1993 (54).

Dentro de las normas GATISO encontramos las guías de atenciones integrales basadas en la evidencia para dermatitis de contacto ocupacional, para el cáncer de pulmón, para asma ocupacional, las cuales tienen como objeto dar recomendaciones para el manejo integral asociada a la exposición ocupacional (55).

DISCUSIÓN

El formaldehído es la principal sustancia utilizada durante el proceso de manipulación de los especímenes en las salas de anatomía, y la exposición al químico se intensifica por las horas laboradas por los patólogos. Teniendo en cuenta que para el caso de los agentes cancerígenos no existe información científica que garantice exposiciones

seguras, lo ideal sería mantener la exposición por debajo de un valor máximo determinado para limitar el riesgo.

La inhalación de formol se presenta dentro del proceso de tallado, cuando el patólogo se encarga de describir el tipo de material y al realizar los cortes necesarios para el correcto diagnóstico, al mismo tiempo que mide y pesa cada pieza que le llega. Por lo que se debe incrementar las medidas preventivas/correctivas con la intención de controlar o reducir el riesgo evaluado.

Se debe tener en cuenta la concentración ambiental en el área de tallado, tratar de evitar la dispersión de los vapores del formaldehído y determinar las fuentes generadoras de los riesgos por inhalación para su mayor control.

Otro aspecto importante para tener en consideración, son las normas de Bioseguridad que se deben implementar en estos laboratorios, ya que mediante su ejecución se pueden disminuir los riesgos asociados con la exposición al formaldehído, tomando como referencia el uso de las medidas de protección, el diseño del laboratorio y la ventilación. Para realizar una adecuada valoración se hace indispensable tomar como referencia, las guías dadas por la Administración de Salud y Seguridad (OSHA) y el Instituto Nacional de Salud y Seguridad (NIOSH), ya que el término Bioseguridad hace referencia a la seguridad de la vida, que es la pretensión de estas organizaciones.

El cumplimiento en cuanto a las medidas de protección personal, garantiza a los trabajadores una disminución importante en el riesgo de lesiones agudas o crónicas por el uso continuo de la formalina, así como también la ventilación adecuada ayuda a proporcionar un ambiente seguro para el trabajo. La deficiencia de ambos representa un riesgo potencial que puede llevar a lesiones en vías respiratorias superiores por la cantidad de aire concentrada en el ambiente.

El deseo es que se refuerce la información y la formación de los trabajadores en materia de los riesgos toxicológicos que se generan en la aplicación de sus conocimientos en el área de trabajo y que se haga difusión acerca la importancia de la protección de la salud, del producto, y del medio ambiente.

CONCLUSIONES

El personal que labora en las salas de anatomía patológica está expuesto a la inhalación de formol continuamente durante el proceso de tallado, por ello se deben implementar todas las medidas de bioseguridad, ambientales y de infraestructura para controlar o reducir el riesgo evaluado; así como establecer planes de formación para todos los trabajadores con el fin de que puedan aplicar todo lo anterior para reducir el riesgo toxicológico.

BIBLIOGRAFÍA

1. Environmental Protection Agency (EPA). Formaldehyde Chemical Profile and Emergency First Aid Treatment Guide [en línea]. Octubre de 1985, revisión noviembre de 1987 [citado

- mayo 15 de 2014]. Disponible http://yosemite.epa.gov/oswer/ceppoehs.nsf/Alphabetical_Results?OpenView&Start=117
2. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Public Health Statement for Formaldehyde [en línea]. Julio de 1999 [citado Mayo 15 de 2014]. Disponible en <http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/phs111.html>
 3. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Managing Hazardous Material Incidents, Formaldehyde [en línea]. Fecha de publicación desconocida, actualizado mayo de 2003 [citado mayo 15 de 2014]. Disponible en <http://www.atsdr.cdc.gov/MHMI/mmg111.pdf>
 4. Editores: Elvers B, Hawkins S y otros; Ullman's Encyclopedia of Industrial Chemistry; Volumen 11; Quinta edición completamente revisada; Editorial VCH; New York, U.S.A.; 1989.
 5. Organización Mundial de la Salud (OMS). Environmental Health Criteria 89, Formaldehyde [en línea]. 1989 [citado mayo 15 de 2014]. Disponible en <http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc89.htm>
 6. Organización Mundial de la Salud (OMS). Concise International Chemical Assessment Document 40, Formaldehyde [en línea]. 2002 [citado Mayo 15 de 2014]. Disponible en <http://www.inchem.org/documents/cicads/cicads/cicad40.htm>
 7. NTP 248: Formaldehído: su control en laboratorios de Anatomía Patológica. Carlos Heras Cobo.
 8. NTP 590: Prevención de la exposición a formaldehído.
 9. IARC classifies formaldehyde as carcinogenic to humans.(2004)
 10. Substance Technical Guidelines for formalin. (2000). [citado mayo 15 de 2014]. Disponible en: <http://www.osha.gov>.
 11. Safety and health topics: Hazardous and toxic Substances. (2008). [citado mayo 15 de 2014].Disponibles en: <http://www.osha.gov>
Medicina Legal de Costa Rica, vol. 27 (1), marzo 2010. ISSN 1409-0015.
 12. Construmatic. Formaldehido [citado mayo 15 de 2014].
Disponible en <http://www.construmatica.com/construpedia/Formaldeh%C3%ADdo>
 13. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Toxicological Profile for Formaldehyde [en línea]. Julio de 1999 [citado abril 18 de 2014]. Disponible en <http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp111.html>
 14. Ecured. Formol/formaldehido [citado mayo 03 de 2014].
Disponible en <http://www.ecured.cu/index.php/Formol>
 15. Agencia de sustancias toxicas y el registro de enfermedades. Resumen de salud pública Formaldehido cas# 50-00-0 [citado mayo 03 de 2014]. Disponible en http://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs111.pdf
 16. Agencia de sustancias toxicas y el registro de enfermedades. Formaldehido toxfaqs (Formaldehyde) cas# 50-00-0 [citado mayo 03 de 2014]. Disponible en http://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es_tfacts111.html
 17. Eco-Usa.net. Formaldehido [citado mayo 03 de 2014]. Disponible en <http://www.ecousa.net/toxics/quimicos-s/formaldehido.shtml>
 18. Toxicological Profile for Benzene, 2007 Agency for Toxic Substances and Disease Registry United States Public Health Service [citado mayo 03 de 2014]. Disponible en <http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp3.pdf>
 19. Inquietudes de salud ambiental y sustancias químicas toxicas en su lugar de residencia, trabajo y diversión, Tox Town. Formaldehido [citado mayo 03 de 2014]. Disponible en <http://toxtown.nlm.nih.gov/espanol/chemicals.php?id=47>
 20. Informe técnico del expediente N0. 2666-D-06 tema: Prohibición de la producción, comercialización y venta de productos de cosmética con contenido de formol [citado mayo 03 de 2014]. Disponible en http://www.buenosaires.gob.ar/areas/salud/redes/toxicologia/archivos/toxi_formaldehido.pdf

21. Medline plus. Información de salud para usted. [citado mayo 05 de 2014]. Disponible en <http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/lymphoma.html>.
22. Medline plus. Información de salud para usted. [citado mayo 05 de 2014]. Disponible en <http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/hodgkindisease.html>
23. Clasificaciones de la IARC. Por evaluación de la evidencia científica. [citado mayo 05 de 2014]. Disponible en [http://www.cicomra.org.ar/cicomra2/archivos/notas/Clasificaciones%20del%20IARC .pdf](http://www.cicomra.org.ar/cicomra2/archivos/notas/Clasificaciones%20del%20IARC.pdf)
24. NJ Health. Hoja informativa sobre sustancias peligrosas. Disponible en <http://nj.gov/health/eoh/rtkweb/documents/fs/0946sp.pdf>.
25. Revista española de patología, vol 38, n°1: 62-63. La OMS considera cancerígeno el formaldehído. [citado mayo 05 de 2014]. Disponible en <http://www.patologia.es/volumen38/vol38-num1/pdf%20patologia%2038-1/38-01-18.pdf>
26. The royal college of pathologists. Pathology: the science behind the cure [citado mayo 05 de 2014]. Disponible en <http://www.rcpath.org/>
27. BMJ. Helping Doctors make better decisions. [citado mayo 05 de 2014]. Disponible en <http://www.bmj.com/content/4/5992/329>
28. ANGEM. Cáncer nasofaríngeo y nasosinusal por exposición ocupacional al formaldehído. [en línea] 08 de junio de 2010. [citado mayo 05 de 2014]. Disponible en <http://medicablogs.diariomedico.com/jmsanz/2010/06/08/cancer-nasofaringeo-ynasosinusal-por-exposicion-ocupacional-a-formaldehido/>
29. NCBI. La mortalidad por tumores malignos linfohematopoyéticos y el cáncer cerebral entre los embalsamadores expuestos al formaldehído [citado mayo 05 de 2014]. [en línea] 16 diciembre, 2009 Disponible en <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19933446>
30. Wikipedia. [citado mayo 05 de 2014]. Disponible en <http://www.rcpath.org/>
31. NCBI. Estudio de mortalidad de patólogos británicos 1974-1980 [citado mayo 05 de 2014]. [en línea] mayo, 1984 Disponible en <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/6722045>
32. NCBI. Estudio de mortalidad de patólogos y técnicos de laboratorio médico [citado mayo 05 de 2014]. [en línea] 08 noviembre 1975. Disponible en <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1192055>
33. NCBI. Evidencia epidemiológica sobre la relación entre la exposición al formaldehído y el cáncer [citado mayo 05 de 2014]. [en línea] 16 diciembre 1990. Disponible en <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/2284588>
34. Basequin. Situaciones de trabajo peligrosas. [citado mayo 05 de 2014] Disponible en <http://stp.insht.es:86/stp/basequim/010-tallado-de-muestras-en-anatom%C3%ADapato%C3%B3gica-exposici%C3%B3n-formaldeh%C3%ADdo>
35. INSHT (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo) Nota Técnica de Prevención (NTP) 873: Prevención de la exposición a formaldehído.
36. Fichas de Datos de Seguridad Merk. [citado mayo 05 de 2014]. Disponible en <http://www.utm.csic.es/documentacion/garciadelcid/formol.pdf>
37. Teresa Russo de Méndez. Efectos Tóxicos Crónicos del Formaldehído
38. Fichas Seguridad MSDS Formalina. [citado mayo 15 de 2014]. Disponible en <http://www.fichasdeseguridad.com/formalina.htm>
39. Acta Histochemica, Vol. 107, Issue 2, 149-156. [citado mayo 05 de 2014]. [en línea] 1 July 2005, Ionic liquids. Disponible en <http://www.science-direct.com/science/article/pii/S0065128105000334>
40. IARC (International Agency for Research on Cancer) Monografías sobre la evaluación de los riesgos carcinogénicos para humanos. Volumen 88- formaldehído). Disponible en <http://monographs-iacr.fr/ENG/Monographs/vol88.pdf>
41. Agency for Toxic Substances & Disease Registry (ATSDR), Curso de Toxicología para Comunidades. Módulo II Rutas de Exposición. [citado mayo 15 de 2014]. Disponible en http://www.atsc.gov/es/training/toxicology_curriculum/modules/2/es_module2.html

42. Revista española de patología. Vol. 38 NO. 1, 2005. [citado mayo 15 de 2014]. Disponible en <http://www.patologia.es/volumen38/vol38-num1/38-1n18.htm>
43. ACGIH (American Conference of Industrial Hygienists) 7^a Edición de la documentación de los valores límites de umbral e índices de exposición biológica -. Formaldehído Publicaciones Firma (2011)
44. Thrasher, J. D. & Kilburn, K. H. Embryo toxicity and teratogenicity of formaldehyde. Arch. Environ. Health., 56(4):300-11, 2001.
45. INSHT (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo) Nota Técnica de Prevención (NTP) 873: Prevención de la exposición a formaldehído. Disponible en <http://www.inshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/821a921/873w.pdf>
46. Instituto nacional de seguridad e higiene en el trabajo. Determinación del formaldehído en el aire – método espectrofotométrico mediante la sal disódica del ácido 4,5-dihidroxinalftaleno 2,7- disulfónico (ácido cromotrópico) [citado mayo 15 de 2014]. Disponible en: http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/MetodosAnalisis/Ficheros/MA/MA_018_A89.pdf
47. IARC (1995): International Agency for Research on Cancer, Monographs on the Evaluation of the Carcinogenic Risk of Chemicals to Humans: Formaldehyde and Wood Dust.
48. Mirella Poblete Sotomayor. Biblioteca del congreso nacional. Departamento de estudios, extensión y publicaciones. Unidad de extensión y publicaciones. Medio ambiente y calidad de vida. Vol. 2 No. 12. Julio-diciembre 2004.
49. OSHA. Administración de seguridad y salud ocupacional. Boletín para la industria en general [citado mayo 15 de 2014]. Disponible en <https://www.osha.gov/Publications/OSHA3573.pdf>
50. Ley 31/95 de 8 de noviembre, de prevención de riesgos laborales. BOE no. 269 de 10 de noviembre.
51. Norma técnica colombiana. NTC 3972. Transporte de mercancías peligrosas clase 9. Sustancias peligrosas varias. Transporte terrestre por carretera [citado mayo 15 de 2014]. Disponible en <http://web.mintransporte.gov.co/consultas/mercapeli/Reglamento/Anexos/NTC3972.pdf>
52. Ley 55 de 1993. Diario oficial No. 40.936 de julio 6 de 1993. Recomendación número 177 sobre la seguridad en la utilización de los productos químicos en el trabajo [citado mayo 18 de 2014]. Disponible en http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/ley_0055_1993.htm
53. Norma ANSI 400.1 de 1993.
54. Normas gatiso. Guías de atenciones integrales en salud ocupacional. [citado mayo 18 de 2014]. Disponible en http://www.conhintec.com/index.php?option=com_content&view=article&id=78&Itemid=53.