

Percepción y conocimiento sobre los riesgos del Xileno en Citohistotecnólogos en
Colombia: Análisis de las Condiciones de Seguridad y Salud en el Trabajo



Autor:

Cristian David Calderón Palomo

Código Estudiante 0701227

Universidad Militar Nueva Granada

Facultad de Estudios a Distancia

Programa Administración de Riesgos, Seguridad y Salud en el Trabajo

BOGOTÁ D.C

31 de Marzo del 2025

Percepción y conocimiento sobre los riesgos del Xileno en Citohistotecnólogos en
Colombia: Un Análisis de las Condiciones de Seguridad y Salud en el Trabajo



Autor:

Cristian David Calderón Palomo

Código Estudiante 0701227

Trabajo de grado presentado como requisito para optar el título de:
ADMINISTRADOR DE RIESGOS, SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

Asesora:

Karen Rocio López Castro

Universidad Militar Nueva Granada

Facultad de Estudios a Distancia

Programa Administración de Riesgos, Seguridad y Salud en el Trabajo

BOGOTÁ D.C,

31 de Marzo del 2025

Tabla de Contenido

Resumen.....	5
Metodología.....	5
Resultados.....	5
Conclusiones y recomendaciones.....	6
Palabras Claves.....	6
Abstract.....	6
Methodology.....	7
Results.....	7
Conclusions and Recommendations.....	8
Keywords.....	8
Introducción.....	8
Problema De Investigación.....	11
Formulación Del Problema.....	13
Objetivos.....	13
Justificación.....	14
Marco Teórico.....	15
Propiedades fisicoquímicas y riesgos asociados al xileno.....	15
Usos comunes del xileno.....	17
Toxicocinética y Toxicodinámica del Xileno.....	18
Uso de Xileno en Laboratorios de Patología.....	21
Evaluación de la exposición.....	23
Guías De Atención Integral De Salud Ocupacional Basada En La Evidencia (GATISO-GATISST).....	24
Diseño Metodológico.....	28
Materiales y Métodos.....	29
Resultados.....	33
Discusión.....	49
Conclusiones.....	55
Recomendaciones.....	57
Referencias bibliográficas.....	60
Anexos.....	67
Anexo A. Encuesta sobre Conocimiento, Percepción del Riesgo y Prácticas de Seguridad en el Manejo de Xileno en Citohistotecnólogos.....	67
Anexo B. Resultados de monitoreo biológico (ácido metilhipúrico en orina).....	74

Lista de tablas y figuras

TABLA 1	38
TABLA 2	41
TABLA 3	43
TABLA 4	45
TABLA 5	47

FIGURA 1	15
FIGURA 2	19
FIGURA 3	34
FIGURA 4	35
FIGURA 5	36
FIGURA 6	37

Resumen

El xileno, solvente químico ampliamente utilizado en laboratorios de patología, representa un riesgo significativo para la salud de los Citohistotecnólogos debido a su toxicidad y alta volatilidad. Este estudio evaluó el conocimiento, percepción del riesgo y adherencia a las estrategias de SST propuestas por la GATISST BTX-EB en 120 Citohistotecnólogos de Colombia mediante encuestas, una observación directa y una prueba piloto de monitoreo biológico.

Metodología

Se empleó un diseño mixto que combinó encuestas estructuradas para recolectar datos demográficos, conocimientos sobre riesgos químicos y prácticas de SST, junto con observación directa en un puesto de trabajo para identificar tareas críticas de exposición, como el procesador de tejidos. Adicionalmente, se realizó una prueba piloto de medición de ácido metil hipúrico urinario como biomarcador de exposición en dos participantes.

Resultados

Aunque el 98% de los participantes reconoció una alta exposición al xileno, persisten vacíos críticos: el 73% desconocía la utilidad del monitoreo biológico y el 94% ignoraba el rol del ácido metilhipúrico como indicador de exposición. Solo el 17% recibió formación específica en manejo seguro del solvente. Los niveles de ácido metilhipúrico en orina (0.37 g/g y 0.31 g/g) superaron los valores esperados, confirmando riesgo ambiental. Además, se evidenció una baja adherencia a normativas, particularmente en vigilancia epidemiológica y monitoreos

biológicos, pese a controles existentes como protección personal, capacitación y gestión ambiental.

Conclusiones y recomendaciones

Los resultados destacan la urgencia de fortalecer estrategias preventivas, incluyendo intervenciones personalizadas basadas en tareas de alto riesgo, formación continua para mejorar la percepción del riesgo y la adherencia a la GATISST BTX-EB, e implementación de monitoreos biológicos como herramienta clave en el subprograma de Medicina Preventiva. Este estudio contribuye a la comprensión de los riesgos asociados con la exposición laboral al xileno en los laboratorios de patología histológica y puede aportar en la creación de entornos laborales seguros, reduciendo enfermedades ocupacionales y mejorando la salud integral de los trabajadores expuestos al xileno.

Palabras Claves

BTX, prevención, enfermedades laborales, exposición, xileno isómeros, seguridad, histopatología, monitoreo biológico, histopatología, laboratorio.

Abstract

Xylene, a chemical solvent widely used in pathology laboratories for histological sample preparation, poses significant health risks to workers. This study examines knowledge and risk perception associated with xylene exposure among 120 cytotechnologists in Colombian public

and private laboratories, as well as adherence to Occupational Health and Safety (OHS) strategies proposed by the GATISST BTX-EB guidelines.

Methodology

A mixed-methods design was employed, combining structured surveys to collect demographic data, knowledge about chemical risks, and OHS practices, along with direct observation at a workstation to identify critical exposure tasks, such as the tissue processor. Additionally, a pilot test was conducted to measure urinary methylhippuric acid as a biomarker of exposure in two participants.

Results

While 98% of participants acknowledged high xylene exposure, critical gaps persisted: 73% were unaware of biological monitoring's utility, and 94% did not recognize methylhippuric acid's role as an exposure indicator. Only 17% received specific training in safe solvent handling. Urinary methylhippuric acid levels (0.37 g/g and 0.31 g/g) exceeded expected values, confirming environmental risk. Low adherence to guidelines was observed, particularly in epidemiological surveillance and biological monitoring, despite existing controls like personal protective equipment, training, and environmental management.

Conclusions and Recommendations

The findings underscore the urgency of strengthening preventive strategies, including task-specific interventions for high-risk activities, continuous training to improve risk perception and adherence to GATISST BTX-EB, and implementation of biological monitoring in preventive medicine programs. This study contributes to understanding xylene-related occupational risks in histopathology laboratories, aiming to create safer workplaces, reduce occupational diseases, and improve the health of xylene-exposed workers.

Keywords

Prevention, occupational diseases, exposure, xylene, safety, biological monitoring, histopathology, laboratory.

Introducción

En Colombia, el Sistema General de Riesgos Laborales define la seguridad y salud en el trabajo, según la Ley 1566 de 2012, como “una disciplina que se ocupa de la prevención de lesiones y enfermedades causadas por las condiciones laborales, así como de la protección y promoción de la salud de los trabajadores” (Congreso de Colombia, 2012). Su objetivo principal es mejorar las condiciones laborales y el ambiente de trabajo, promoviendo el bienestar físico, mental y social de los empleados. En complemento, el Decreto 1072 de 2015 establece en su Libro 2°, Parte 2, Título 4°, Capítulo 6, que los empleadores están obligados a gestionar los peligros y riesgos laborales mediante la identificación, evaluación y valoración de riesgos, e implementar controles efectivos para prevenir daños a la salud de los trabajadores.

Entre las medidas de prevención y control contempladas en el Artículo 2.2.4.6.24 del Decreto 1072 de 2015 se incluyen estrategias jerarquizadas como la eliminación del peligro o riesgo, la sustitución, los controles de ingeniería, los controles administrativos y el uso de equipos y elementos de protección personal o colectiva. Además, el parágrafo 3 del mismo artículo establece que los empleadores deben desarrollar acciones de vigilancia en salud mediante evaluaciones médicas (de ingreso, periódicas y de retiro) y programas de vigilancia epidemiológica. Estas acciones tienen como finalidad evaluar la eficacia de las medidas adoptadas para prevenir y controlar riesgos laborales, anticipando los efectos adversos en la salud derivados de ambientes laborales deficientes.

En este contexto, los citohistotecnólogos están expuestos a diversas sustancias químicas que pueden perjudicar su salud a lo largo de su vida laboral. Dentro de estas se incluyen el formaldehído que ha sido reconocido como carcinógeno para los humanos (Grupo 1) por la Agencia Internacional para la Investigación sobre el Cáncer (IARC, 2006) relacionado con un incremento en el riesgo de cáncer nasofaríngeo, nasosinusal y linfomatomatopoyético (NTP, 2011) el formaldehído es descrito como gas incoloro, inflamable a temperatura ambiente. Tiene un olor penetrante característico y en niveles altos puede producir una sensación de ardor en los ojos, la nariz y los pulmones (ATSDR, 1999) y el glutaraldehído que proporciona una excelente conservación ultraestructural que explica su amplio uso como fijador primario para la microscopía electrónica (Rolls, s.f) y para OSHA (2006) El efecto adverso más grave para la salud documentado entre los empleados expuestos al vapor de glutaraldehído es el asma ocupacional, una condición crónica caracterizada por una hiperreactividad bronquial, para el caso del etanol puede causar mareo, somnolencia, dolor de cabeza, náuseas. A altas concentraciones puede causar depresión del sistema nervioso central con contacto con la piel puede causar resequedad o irritación en contacto repetido o prolongado (Sigma-Aldrich, 2023)

el alcohol isopropílico es considerado un Irritante para la piel, los ojos y las vías respiratorias la inhalación de altas concentraciones puede causar depresión del SNC (Haz-map, 2023).

Sin embargo este estudio está centrado en la percepción y conocimiento sobre los riesgos del Xileno el cual tiene una relevancia dada su presencia en el procesamiento histológico el cual es una labor realizada estrictamente por Citohistotecnólogos en Colombia, el xileno (también conocido como xilol o dimetilbenceno), un disolvente aromático incoloro con un aroma dulce derivado del petróleo (Haz-Map, 2019). Este compuesto es ampliamente utilizado en el procesamiento de muestras citológicas, histopatológicas e inmunohistoquímicas. La exposición al xileno puede provocar efectos adversos como narcosis, irritación pulmonar, dolor torácico, edema pulmonar, depresión del sistema nervioso central, trastornos sanguíneos, lesiones hepáticas y renales e incluso trastornos reproductivos (Haz-Map, 2019). (Kendyala et.al, 2010) señalan que “Los técnicos histopatólogos que habitualmente entran en contacto con disolventes contaminados con xileno en el lugar de trabajo son la población con más probabilidades de estar expuesta a altos niveles de xileno”.

Esto resalta la necesidad urgente de evaluar los riesgos asociados con esta sustancia y establecer medidas preventivas y controles efectivos para mitigar sus peligros en laboratorios de patología ya que la utilidad del xileno “En los laboratorios de histopatología, se emplea para el procesamiento de tejidos, la desparafinización de los cortes histológicos, el montaje con cubreobjetos, la limpieza de procesadores de tejidos. Su alto poder disolvente permite el desplazamiento máximo del alcohol y vuelve el tejido transparente, lo que favorece la infiltración de parafina. Durante los procedimientos de tinción, sus excelentes propiedades para desparafinizar y limpiar contribuyen a la obtención de láminas teñidas con gran calidad” (Pandey et.al, 2014) evidenciando que la exposición al xileno está directamente relacionada con la Citohistotecnología.

El Ministerio de Salud colombiano ha desarrollado guías integrales en seguridad y salud en el trabajo basadas en guías clínicas internacionales. Según Consultorsalud SAS (2015), estas guías tienen como propósito “orientar a los diferentes actores del Sistema General de Riesgos Laborales y Seguridad Social en Salud para realizar actividades generales de prevención, vigilancia, diagnóstico e intervención ocupacional”. Actualmente existen diez guías oficiales, entre ellas la Guía de Atención Integral en Seguridad y Salud en el Trabajo para trabajadores expuestos a benceno y sus derivados (GATISST BTX-EB). Esta guía es particularmente relevante no solo para el personal a cargo de la prevención de riesgos laborales en los laboratorios de patología o citohistotecnología sino también para los trabajadores que manipulan el xileno.

Este trabajo, busca obtener información sobre la percepción del riesgo frente al xileno en un grupo de Citohistotecnólogos expuestos al xileno, así como identificar las estrategias adoptadas en este escenario laboral frente a las recomendaciones de la GATISST BTX-EB. Se espera que este estudio pueda contribuir al fortalecimiento del conocimiento sobre seguridad química en laboratorios de patología y promover la implementación de medidas más efectivas para proteger la salud laboral. Los resultados obtenidos podrían ser clave para reducir los riesgos ocupacionales y mejorar las condiciones laborales en este campo especializado.

Problema De Investigación

El procesamiento de tejidos en laboratorios de patología histológica requiere el uso continuo de xileno, un solvente químico que, si bien es muy utilizado, también genera efectos tóxicos bien documentados en trabajadores expuestos. Desde su introducción en 1950, el xileno se percibía como una alternativa “más segura” frente al uso del benceno, tolueno o la

anilina, no obstante, en 1970, se comenzó a acumular evidencia que daba cuenta de la neurotoxicidad y toxicidad reproductiva de este agente químico (Buesa y Peshkov, 2009).

Debido a que el xileno se encuentra en estado líquido y es altamente volátil, sus vapores son fácilmente inhalados, adicionalmente también puede haber absorción por vía dérmica y digestiva, resultando en efectos en el sistema nervioso central, sistema digestivo, respiratorio, sistema inmune además de ser un irritante de las mucosas (Niaz, Bahadar, Maqbool y Abdollahi, 2015). A pesar de la abundante evidencia científica sobre su peligrosidad, en muchos laboratorios no parece haber una conciencia real de los riesgos que implica su manipulación y adicionalmente se evidencia resistencia al uso de sustitutos del xileno en los laboratorios de patología histológica (Buesa y Peshkov, 2009).

Lo anterior estaría favoreciendo la exposición laboral al xileno que por su toxicidad requiere una gestión eficiente del riesgo químico a través del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo (SGSST) así como se requiere garantizar la adherencia de estas prácticas de trabajo seguras por parte de los Citohistotecnólogos. Esta situación específica actualmente no ha sido investigada en Colombia, por lo que se evidencia la necesidad de obtener información actual sobre el uso del xileno en los laboratorios de histología patológica para comprender el contexto laboral, la forma como se está gestionando el riesgo frente al xileno y el uso o aplicación de las estrategias que propone la GATISST BTX-EB.

Formulación Del Problema

¿Cuál es la percepción del riesgo frente al xileno entre los Citohistotecnólogos que laboran en laboratorios de patología y qué medidas están siendo implementadas para mitigar dicho riesgo?

Objetivos

Objetivo General

Analizar el conocimiento y la percepción del riesgo, así como la adherencia a los protocolos de seguridad y salud en el trabajo relacionados con la exposición laboral al xileno en un grupo de Citohistotecnólogos.

Objetivos específicos

- Analizar las tareas que generan riesgo de exposición al xileno en un grupo de Citohistotecnólogos de un laboratorio de anatomía patológica.
- Analizar la percepción del riesgo frente a la exposición al xileno en un grupo de Citohistotecnólogos.
- Evidenciar la adherencia a la estrategias propuestas en la GATISST-BTX-EB para la vigilancia médica y control de la exposición de los trabajadores expuestos al xileno.

Justificación

En Colombia, 524 Citohistotecnólogos realizan actividades críticas en laboratorios de anatomía patológica (Fundación Universitaria de Ciencias de la Salud, 2023), donde el xileno se utiliza intensivamente como desengrasante en etapas clave como aclaramiento, procesamiento y tinción de muestras. Aunque este solvente es esencial para la calidad diagnóstica debido al acondicionamiento físico químico en los tejidos, su manipulación frecuente genera exposición constante, asociada a riesgos para la salud física y neurológica. A pesar de la existencia de Guías de Atención Integral en Seguridad y Salud en el Trabajo (GATISST) para solventes aromáticos como el xileno, persisten interrogantes sobre su aplicación efectiva en laboratorios colombianos. La ausencia de estudios locales que evalúen factores de exposición, percepción del riesgo y adherencia a protocolos en Citohistotecnólogos limita la implementación de estrategias preventivas adaptadas a este contexto.

Aunque existen guías basadas en la evidencia para la atención integral de enfermedades como el asma ocupacional (GATISST-ASMA), la dermatitis de contacto (GATISST-DERMA) y la hipoacusia neurosensorial inducida por ruido (GATISST-HNIR), este trabajo no adopta dichas herramientas como eje principal de análisis, debido a que este estudio está centrado en un riesgo químico específico: la exposición laboral al xileno, solvente ampliamente utilizado en laboratorios de anatomía patológica entorno en el cual se desempeñan laboralmente los Citohistotecnólogos.

El objetivo de esta investigación es analizar condiciones laborales y evaluar la percepción y conocimiento del riesgo al xileno por lo cual resulta apropiado el uso de la GATISST-BTX-EB. Esta guía está diseñada para la prevención, vigilancia e intervención en trabajadores expuestos a benceno, tolueno, xileno y etilbenceno. En este contexto, el uso de otras Guías de Atención Integral en Seguridad y Salud en el Trabajo (GATISST) podría limitar el

enfoque integral del estudio, ya que no abordan de forma directa la naturaleza del agente químico, por tanto, la GATISST-BTX-EB es la herramienta pertinente y alineada con el propósito de este trabajo.

Marco Teórico

Propiedades fisicoquímicas y riesgos asociados al xileno

El xileno, identificado por el número CAS 1330-20-7, es una mezcla líquida e incolora de isómeros con fórmula química C_8H_{10} y un peso molecular de 106,17 g/mol (Sigma-Aldrich, 2025). El xileno comercial existe como una mezcla de tres isómeros: orto-xileno, meta-xileno y para-xileno (Figura.1), diferenciados por la posición de los grupos metilos en su estructura de anillo de benceno (Manahan, 2003).

Figura 1

Isómeros del xileno

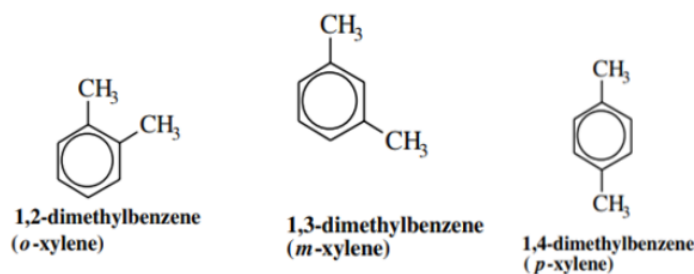


Figura 1 . Imagen tomada y modificada de Manahan, S. E. (2003). *Toxicological chemistry and biochemistry* (3rd ed.). CRC Press.

Aunque la hoja de datos de seguridad no proporciona datos específicos sobre su olor (Sigma-Aldrich, 2025), el xileno, típicamente se describe con un olor característico dulce y penetrante, fácilmente reconocible en entornos industriales. A temperatura ambiente, permanece en estado líquido, con un punto de fusión inferior a 0°C y un punto de ebullición entre 136°C y 140°C a presión atmosférica estándar. Presenta una densidad de 0,865 g/cm³ a 20°C, indicando que es ligeramente menos denso que el agua, y su presión de vapor es de aproximadamente 18 mmHg a 37,70°C, lo cual le confiere una alta volatilidad (Sigma-Aldrich, 2025). Su densidad relativa de vapor, de 3,67, determina que sus vapores sean más pesados que el aire, acumulándose en zonas bajas y generando ambientes peligrosos en espacios cerrados o mal ventilados (Sigma-Aldrich, 2025).

Desde el punto de vista del riesgo de incendio y explosión, el xileno tiene un punto de inflamación de 25°C en copa cerrada, clasificándose como un líquido inflamable categoría 3 según la frase del SGA (Sistema Globalmente Armonizado) “H226” (Líquidos y vapores inflamables) . Su rango explosivo en el aire está comprendido entre 1,1% y 7% (v/v), lo que implica que las mezclas dentro de este intervalo pueden encenderse fácilmente ante una fuente de calor o chispas evidenciado en el consejo de prudencia del SGA “P210” (Mantener alejado del calor, chispas, llamas abiertas y superficies calientes) (Sigma-Aldrich, 2025). Estas características exigen precauciones estrictas en el almacenamiento y manipulación del xileno para evitar accidentes laborales y ambientales.

En términos toxicológicos, el xileno puede ocasionar daños significativos en órganos como el sistema nervioso central, hígado, riñones y órganos auditivos tras exposiciones repetidas por lo que está etiquetado con la frase H373 del SGA. Además, es nocivo en contacto con la piel o por inhalación (H312 + H332), provoca irritación ocular grave (H319), irritación cutánea (H315), y puede ser mortal en caso de ingestión y penetración en vías respiratorias

(H304). Sus pictogramas de seguridad incluyen la llama (inflamabilidad), signo de exclamación (toxicidad aguda e irritación) y peligro para la salud (daños orgánicos graves). Por ello, se requiere protección respiratoria adecuada, guantes y ropa protectora específica, además de sistemas eficientes de ventilación para garantizar su uso seguro (P280) (Sigma-Aldrich, 2025).

Usos comunes del xileno

El xileno, es uno de los 30 químicos más importantes en términos de producción en volumen en Estados Unidos de América. Es utilizado como solvente en las industrias de impresión, cuero y caucho. Mezclado con otros agentes químicos, el xileno es usado como agente de limpieza y diluyente de pinturas y está presente en combustible para aviones y en la gasolina (ATSDR, 2007).

Este líquido se encuentra naturalmente en el petróleo y el alquitrán, pero es producido en grandes cantidades a partir del petróleo en la industria química, siendo uno de los productos químicos más fabricados en los Estados Unidos (ATSDR, 2007), cada uno de estos isómeros desempeña un papel importante en aplicaciones específicas, particularmente en la limpieza, producción de materiales plásticos, impresiones gráficas, barnices, pinturas y preparación de tejidos en laboratorios de histopatología.

En laboratorios de histopatología, el xileno se utiliza en diferentes etapas del procesamiento de los tejidos incluyendo la tinción ya que su alto factor de solvencia permite el máximo desplazamiento del alcohol y proporciona transparencia al tejido, lo que facilita la infiltración de parafina, adicionalmente, su excelente capacidad de desparafinado y aclarado contribuye a obtener láminas con una tinción más brillante (Kandyala et.al, 2010).

Toxicocinética y Toxicodinámica del Xileno

La exposición al xileno no solo ocurre en entornos laborales, también puede ocurrir a través de diversas fuentes comunes, como las emisiones industriales, los gases de escape de los automóviles y varios productos de consumo diario, incluyendo pinturas, barnices y humo de cigarrillos” (Rajan & Malathi, 2014).

Toxicocinética

Una vez que el xileno ingresa al cuerpo por inhalación, ingestión o contacto dérmico, es metabolizado principalmente en el hígado, donde se convierte en ácidos metilhipúricos que luego se eliminan por la orina (Figura 2). Según ATSDR (2007, p. 3), al inhalar xileno, entre el 50% y el 75% del compuesto es retenido por los pulmones. La absorción del xileno líquido a través de la piel es rápida, pero la absorción dérmica de vapores es considerablemente menor, alrededor del 12% (ATSDR, 2007, p. 3). Estos procesos constituyen la toxicocinética del xileno, favorecida por sus propiedades lipofílicas que permiten su distribución rápida en el organismo y su eliminación mediante el aire exhalado cuando no es metabolizado. En los seres humanos expuestos por inhalación, hasta un 2% del vapor de xileno puede ser absorbido a través de la piel (Fay, Risher, Wilson, 2007).

El metabolismo del xileno ocurre principalmente en el hígado mediante oxidación por oxidasa de función mixta, generando ácidos metilhipúricos conjugados con glicina, eliminados en la orina (Figura 2) y utilizados como biomarcadores en la vigilancia ocupacional (ATSDR, 2007, p. 123). Debido a la rápida metabolización y excreción urinaria del ácido metilhipúrico, que ocurre entre uno y dos días posteriores a la exposición, su utilidad como biomarcador se limita a exposiciones recientes (ATSDR, 2007, p. 163). Según NIOSH (Instituto Nacional para

la Seguridad y Salud Ocupacional) (2003), el nivel recomendado es de 1.5 g/g creatinina para ácidos metilhipúricos. Antes de 2024, el Índice Biológico de Exposición (BEI) de la ACGIH (Conferencia Americana de Higienistas Industriales Gubernamentales) para xileno era de 1.5 g/g creatinina en orina, actualmente, el valor recomendado por la ACGIH (2024, p. 120) es 0.3 g/g creatinina para ácido metilhipúrico total en orina, aplicable específicamente a xilenos de grados técnicos o comerciales.

Figura 2

Vía metabólica del xileno en el organismo humano y valor índice biológico de exposición (IBE/BEI).

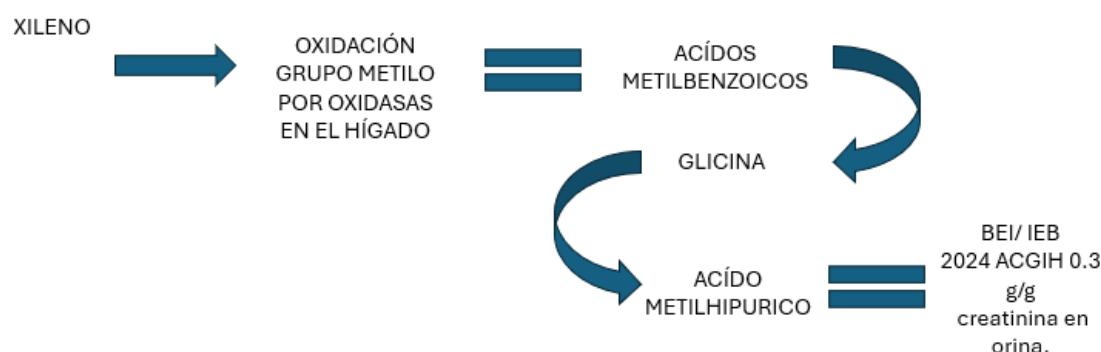


Figura 2. Elaboración propia basada en Kandyala, R., Raghavendra, S. P., & Rajasekharan, S. T. (2010). *Xylene: An overview of its health hazards and preventive measures*. *Journal of Oral and Maxillofacial Pathology*, 14(1), 1–5.
<https://doi.org/10.4103/0973-029X.64299>

Toxicodinámica

La toxicodinámica del xileno se relaciona con sus efectos en el sistema nervioso, estudios iniciales sobre la toxicidad del xileno en Escandinavia sugirieron una relación entre la

exposición prolongada a disolventes, incluyendo el xileno, y síntomas como cambios en la personalidad, deterioro de la memoria y déficits neurológicos, cuadro denominado encefalopatía tóxica crónica (ETC), síndrome psicoorgánico o neurotoxicidad por disolventes. Popularmente conocido como "síndrome del pintor danés", este síndrome no se limita a una región geográfica específica ni a una ocupación particular (Dick, 2006). La exposición aguda al xileno y otros solventes orgánicos produce efectos como cefalea, mareos, convulsiones y en casos graves, muerte. Además, estas sustancias pueden causar irritación ocular, nasal y de garganta, especialmente en exposiciones combinadas (Dick, 2006).

Estudios ocupacionales y experimentales indican que la exposición tanto aguda como crónica al xileno o mezclas que lo contienen puede asociarse con efectos neurológicos significativos. Sin embargo, la evaluación precisa es compleja debido a condiciones de exposición mal caracterizadas y la exposición simultánea con otros químicos (ATSDR, 2007)

Investigaciones en animales también han mostrado evidencia clara de neurotoxicidad del xileno y sus isómeros tras exposición por inhalación aguda e intermedia, documentándose efectos neurológicos en diversos modelos animales (ATSDR, 2007). Adicionalmente, la exposición prolongada a solventes puede generar efectos neuropsicológicos sutiles y dañar la audición, especialmente en combinación con ruido (Dick, 2006).

La Agencia Internacional para la Investigación sobre el Cáncer (IARC) ha clasificado al xileno en el Grupo 3, es decir, como una sustancia no clasificable respecto a su carcinogenicidad en humanos, debido a la limitada evidencia disponible (IARC, 1999). Sin embargo, algunos estudios experimentales han sugerido efectos genotóxicos en modelos animales, lo que plantea la necesidad de un seguimiento a largo plazo en trabajadores expuestos crónicamente. (IARC, 1999)

Hay evidencia no concluyente que ha relacionado la exposición crónica a solventes que contienen xileno con glomerulonefritis proliferativa, abortos espontáneos y teratogenicidad, sin embargo, aún faltan más estudios para poder confirmar esta relación (Zambrano y López, 2019).

Uso de Xileno en Laboratorios de Patología

El xileno es un compuesto químico ampliamente utilizado en laboratorios de patología, especialmente en procesos histológicos, citológicos e inmunohistoquímicos realizados por Citohistotecnólogos. “La citohistología es una profesión tecnológica que apoya el diagnóstico de patologías a partir del procesamiento de tejidos y lectura preliminar de citologías vaginales y líquidos corporales, así como el manejo de las nuevas técnicas de biología molecular, inmunofluorescencia e inmunohistoquímica” (Flórez et al., 2020, p. 206). Estas muestras pueden provenir de biopsias, fragmentos de tejidos, frotis citológicos y punciones de órganos, “Las muestras pueden ser pequeños fragmentos de tejido obtenidos mediante la biopsia de una parte del organismo, o muestras de órganos o parte de ellos que se extraen durante el procedimiento quirúrgico con finalidad diagnóstica de enfermedades y la investigación biomédica” (Aroca & Guamán, 2024, p. 18).

El proceso histológico incluye etapas de fijación, deshidratación, aclaramiento, infiltración e inclusión en parafina. Particularmente en el aclaramiento, el xileno se emplea en grandes cantidades debido a su capacidad para desalcoholizar las muestras y facilitar la infiltración de parafina. “El xileno es el agente de aclaramiento de elección debido a su rápida acción y excelentes resultados, por ese motivo, es el agente Gold Standard para ello” (García, 1993). “La clarificación es una etapa muy importante en el procesamiento de tejidos, cuyo objetivo es eliminar el alcohol y otros deshidratantes de los tejidos antes de la permeación del

material de inclusión, comúnmente parafina y el xileno presenta una excelente compatibilidad con el alcohol y la parafina, y es relativamente económico” (Fustinoni et al., 2021, p. 806).

La parafina y el etanol son en gran medida inmiscibles, por lo tanto, se debe utilizar un disolvente intermedio que sea totalmente miscible con etanol y cera de parafina. El xileno desplazará el etanol utilizado en la deshidratación del tejido y, a continuación, este, a su vez, será desplazado por cera de parafina fundida” (Rolls & Sampias, s.f.). El xileno también es utilizado extensivamente en la etapa de microtomía y tinción rutinaria con Hematoxilina y Eosina (H & E). “La microtomía es un proceso de histopatología clínica que consiste en el tratamiento de tejidos biológicos para su posterior estudio en microscopio óptico” (Robla et al., 2008). “El primer paso para realizar una tinción H&E es disolver toda la cera con xileno” y “tras la tinción con eosina, la preparación pasa por varios cambios de alcohol para eliminar todos los restos de agua, y luego se aclara con varios baños de xileno, el cual ‘limpia’ el tejido y lo hace completamente transparente para proceder con la tinción” (Rolls & Sampias, s.f.). En el área de citología vaginal y citopatología de líquidos corporales “la coloración Papanicolaou (Pap test) exige el uso de xileno como aclarante celular en la última etapa de la coloración” (Moya & Rojas, 2018, p.150)

Finalmente, el xileno se utiliza intensivamente en inmunohistoquímica, procesamiento citológico, coloraciones especiales y limpieza de equipos. Esta frecuente manipulación del xileno, especialmente durante el mantenimiento de procesadores automáticos que requieren recambio constante de reactivos, genera una alta exposición ocupacional para los Citohistotecnólogos. Esto evidencia la necesidad de estrictas medidas de seguridad y controles efectivos de exposición a este solvente en los laboratorios de patología (Rolls & Sampias, s.f.).

Evaluación de la exposición

La exposición laboral al xileno debe monitorearse utilizando biomarcadores validados según criterios específicos. Según Arango (2011), para que un biomarcador sea validado debe identificar claramente el riesgo, evaluar la relación dosis-respuesta, y definir adecuadamente el tipo de exposición. Poblete-Naredo y Albores (2016) señalan que los biomarcadores, también conocidos como “bioindicadores”, permiten evaluar los riesgos y generar información objetiva al compararse con valores de referencia. Según la ACGIH (2024), el Índice Biológico de Exposición (BEI) recomendado para los xilenos de grado técnicos o comerciales al finalizar el turno laboral es de 0.3 g/g creatinina en orina, aplicable exclusivamente a mezclas específicas que no contienen etilbenceno, ya que este disminuye la metabolización del xileno.

Además del monitoreo biológico, es necesario mantener niveles ambientales seguros según los límites permisibles (TLV) establecidos por la ACGIH, que para 2024 es 20 ppm como promedio ponderado en el tiempo y 100 ppm para exposiciones cortas (Haz-map, 2024). Evaluar estos valores garantiza la implementación de controles eficaces para proteger la salud laboral considerando factores individuales y ambientales detallados por Arango (2011).

En estudios realizados por Escolar (2019) en laboratorios de Anatomía Patológica, con sistemas específicos como el DRÄGER Chip Measurement System, se observaron generalmente niveles bajos de xileno, manteniéndose por debajo de estos límites. Estos resultados bajos pueden relacionarse con la efectividad de contar con sistemas adecuados de ventilación y extracción localizada.

Fustinoni (2021) en su estudio en un laboratorio de patología de gran volumen entre 2017 y 2020, evaluó la exposición al xileno mediante muestreadores de difusión radial (Radiello, Sigma-Aldrich). Se investigaron 10 salas y se realizaron 26 mediciones personales

específicas para xileno, observando que los niveles máximos de exposición personal disminuyeron considerablemente entre 2017 y 2019 (de 10,4 a 3,7 ppm).

Asimismo, 19 personas fueron monitoreadas biológicamente para detectar ácido metil hipúrico urinario, cuyo resultado permaneció siempre por debajo del límite de detección (0,02 g L⁻¹), confirmando nuevamente la eficacia de las medidas preventivas implementadas, tales como un sistema de ventilación mecánica con ventiladores y conductos de aire en el techo, monitoreo ambiental y biológico regular enfocado específicamente en los trabajadores que manipulan directamente xileno.

Guías De Atención Integral De Salud Ocupacional Basada En La Evidencia (GATISO-GATISST)

Dentro de las guías de atención integral de salud ocupacional basada en la evidencia que menciona el xileno se encuentran la Guía de Atención Integral Basada en la Evidencia para Hipoacusia Neurosensorial Inducida por Ruido en el Lugar de Trabajo (GATI-HNIR) donde se especifica que “Algunos solventes orgánicos (tolueno, xileno, disulfuro de carbono) y otros químicos industriales (plomo, mercurio, monóxido de carbono) se ha sospechado que puedan causar pérdida auditiva, solas o en combinación con exposición a ruido” (Ministerio de Salud y Protección Social, 2019, p.72). Sin embargo se comenta en la misma guía que “la mayoría de los solventes orgánicos y metales pesados primero afectan el cerebro antes que al oído cuando se encuentran en niveles tóxicos” (Ministerio de Salud y Protección Social, 2019, p.72).

La Guía de Atención Integral de Salud Ocupacional Basada en la Evidencia para Asma Ocupacional (GATISST-ASMA) Ministerio de Salud y Protección Social (2013) menciona el

xileno en tu tabla.1 que contiene una lista de solventes de uso común y sus grupos de peligro con las frase R clasificando al xileno en grupos de peligro A y S, sin embargo con la adopción del Sistema Globalmente Armonizado (SGA) y la implementación de la Resolución 773 de 2021, Colombia transito hacia el uso de frases H en lugar de las antiguas frases R para la clasificación de peligros químicos, el xileno es clasificado en las siguientes frases H, H226: Líquidos y vapores inflamables, H332: Nocivo en caso de inhalación, H312: Nocivo en contacto con la piel, H315: Provoca irritación cutánea, H319: Provoca irritación ocular grave, H335: Puede irritar las vías respiratorias, H373: Puede provocar daños en los órganos tras exposiciones prolongadas o repetidas, H304: Puede ser mortal en caso de ingestión y penetración en las vías respiratorias H412: Nocivo para los organismos acuáticos, con efectos nocivos duraderos (Sigma-Aldrich, 2025).

A pesar de que el xileno tiene frases importantes respecto a la afectación de vías respiratorias no contiene la frase H334 que según Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2017) Puede provocar síntomas de alergia o asma o dificultades respiratorias si se inhala, aunque la ausencia de la H334 podría sugerir que el xileno no actúa como sensibilizante respiratorio en sentido estricto, sí existen mecanismos alternativos no inmunológicos (como la irritación persistente) que pueden desencadenar o agravar cuadros asmáticos en trabajadores expuestos, especialmente en ambientes cerrados o con ventilación deficiente.

Por otro lado, la Guía de Atención Integral de Salud Ocupacional Basada en la Evidencia para Dermatitis de Contacto Ocupacional (GATISST-DERMA), aunque no menciona específicamente al xileno, sí hace referencia a los hidrocarburos aromáticos, grupo químico al cual pertenece. Estos compuestos se reconocen por su potencial de generar irritación cutánea y otros efectos adversos en la piel, especialmente en condiciones de exposición prolongada o repetida en el entorno laboral.

Guías De Atención Integral De Salud Ocupacional Basada En La Evidencia Para Trabajadores Expuestos A Benceno Y Sus Derivados (GATISO-BTX-EB) (GATISST-BTX-EB).

La Guía de Atención Integral de Seguridad y Salud en el trabajo Basada para Trabajadores Expuestos a Benceno y sus Derivados (GATISST-BTX-EB) fue desarrollada para ofrecer recomendaciones basadas en la evidencia para el manejo integral (promoción, prevención, diagnóstico, tratamiento y rehabilitación) de la neurotoxicidad central o periférica asociada con la exposición ocupacional a benceno, tolueno, xileno y etilbenceno (Ministerio de la Protección Social, 2007) y presenta estrategias desde los componentes de higiene y seguridad industrial y medicina preventiva y del trabajo las cuales se resumen a continuación.

Estrategias desde la higiene y seguridad industrial

Desde la perspectiva de higiene y seguridad industrial, las estrategias para prevenir y controlar la exposición ocupacional al xileno deben centrarse en eliminar o reducir la exposición directa mediante controles específicos. El Ministerio de Trabajo (2015) recomienda implementar sistemas efectivos de ventilación local exhaustiva, particularmente en laboratorios histológicos e industrias gráficas y plásticas donde el xileno se utiliza ampliamente como diluyente en pinturas y técnicas histológicas. Además, se sugiere mantener un riguroso programa de selección y uso adecuado de equipos de protección personal (EPP), que incluye respiradores homologados por NIOSH, así como protección ocular y dérmica adecuada según las características específicas del lugar de trabajo y del proceso productivo.

Adicionalmente, se deben aplicar prácticas específicas como la sustitución del xileno por sustancias menos peligrosas siempre que sea posible, modificación de los procesos productivos para reducir la exposición, y la capacitación constante a los trabajadores sobre el

manejo seguro del xileno y el correcto uso de los EPP. También es fundamental realizar periódicamente evaluaciones ambientales utilizando métodos validados por la NIOSH, como el método 1501 para hidrocarburos aromáticos, y compararlas con los valores límite permisibles (TLVs) definidos por la ACGIH , garantizando así un seguimiento preciso del riesgo (Ministerio de Trabajo, 2015).

En este contexto, es importante resaltar que la implementación efectiva de los controles técnicos debe acompañarse de revisiones frecuentes para asegurar su eficiencia y realizar ajustes pertinentes según las condiciones cambiantes del entorno laboral. También se recomienda mantener documentación actualizada sobre procedimientos y controles utilizados específicamente para la gestión del xileno en cada etapa del proceso industrial involucrado.

Estrategias desde la medicina preventiva y del trabajo

En cuanto a la vigilancia en salud, la estrategia recomendada se basa en una vigilancia epidemiológica activa y sistemática. Según el Ministerio de Trabajo (2015), esto incluye la realización inicial y periódica de evaluaciones médicas completas, con énfasis en la exposición al xileno. Específicamente, se recomienda el monitoreo periódico mediante la medición del ácido metilhipúrico en orina, biomarcador (ACGIH, 2024), para determinar la exposición y prevenir efectos como la irritación del tracto respiratorio superior y alteraciones en el sistema nervioso central.

Asimismo, el Ministerio de Trabajo (2015) establece como buenas prácticas realizar una historia clínica ocupacional detallada, que incluya datos demográficos, descripción de condiciones laborales específicas, antecedentes personales y familiares de exposición, así como exámenes médicos orientados específicamente a identificar síntomas tempranos relacionados con la intoxicación por xileno. Cuando los resultados de biomarcadores indiquen

exposición elevada, se recomienda realizar inmediatamente evaluaciones adicionales, revisiones exhaustivas del ambiente laboral y, si es necesario, remitir al trabajador a especialistas médicos para intervenciones clínicas oportunas.

Finalmente, es fundamental establecer un seguimiento específico para trabajadores que hayan mostrado alteraciones clínicas o en biomarcadores relacionados con la exposición al xileno, realizando monitoreos más frecuentes y ajustando las intervenciones en función de la evolución de su estado de salud. Esto incluye programas específicos de educación y sensibilización para fortalecer la participación activa de los trabajadores en la prevención de riesgos.

Estas dos perspectivas, higiene y seguridad industrial y vigilancia en salud, operan en conjunto de forma integral para minimizar riesgos y garantizar la salud y seguridad de los trabajadores expuestos al xileno. La aplicación conjunta y sistemática de estas estrategias permite no solo la protección efectiva de los trabajadores, sino también el mantenimiento de la productividad empresarial.

Diseño Metodológico

La investigación sigue un enfoque cuantitativo, con un diseño descriptivo y transversal. El propósito es evaluar la implementación y efectividad de las estrategias de prevención frente a la exposición al xileno en Citohistotecnólogos en Colombia, así como la medición del nivel de conciencia y percepción del riesgo relacionado con esta sustancia. Además, se pretende identificar la adherencia a las recomendaciones establecidas en la GATISST-BTX-EB y la implementación de monitoreo biológico. Se empleó un cuestionario estructurado para recopilar información sobre conocimientos, prácticas preventivas, percepción del riesgo y adherencia a

las estrategias recomendadas en la GATISST-BTX-EB. Adicionalmente, se realizó una prueba piloto de monitoreo biológico mediante la medición de ácido metilhipúrico en orina, como biomarcador de exposición al xileno, en dos participantes seleccionados.

Materiales y Métodos

Diseño del estudio

Este fue un estudio observacional de corte transversal, realizado entre junio y julio de 2024, dirigido a Citohistotecnólogos que se encontraban ejerciendo activamente en laboratorios de patología en Colombia. Todos los trabajadores que cumplían este criterio fueron considerados elegibles, excluyéndose únicamente aquellos que no se encontraban laborando al momento de responder la encuesta o cuyos formularios presentaban respuestas incompletas. La recolección de datos se llevó a cabo mediante una encuesta estructurada, la cual fue difundida por un canal de comunicación digital (Whatsapp) en el grupo “Citohistotecnologos Colombia”, acompañada de un mensaje introductorio explicando el propósito del estudio, señalando la participación voluntaria y asegurando la confidencialidad de la información. La devolución del cuestionario diligenciado fue considerada como consentimiento informado por parte de los participantes.

Instrumentos y técnicas de recolección

La encuesta fue elaborada tomando como referencia el estudio de Papadopoli et al. (2020), titulado “Chemical risk and safety awareness, perception, and practices among research laboratories workers in Italy”.

El instrumento final constó de 44 ítems organizados en cinco secciones: (1) características sociodemográficas y laborales (género, edad, nivel educativo, estado laboral,

factores de riesgo y vigilancia médica ocupacional); (2) conocimiento sobre los riesgos químicos del xileno (estado de salud, propiedades del compuesto, percepción del riesgo); (3) prácticas laborales, capacitación y conocimientos aplicados; (4) actitudes hacia el uso de productos químicos peligrosos (uso de elementos de protección personal y percepción de las medidas de control implementadas en el lugar de trabajo); y (5) reporte de sintomatología relacionada efectos en la salud. La encuesta fue administrada mediante Google Forms y analizada en el programa Excel versión 2502.

La relación existente entre los ítems del *Anexo A. Encuesta sobre Conocimiento, Percepción del Riesgo y Prácticas de Seguridad en el Manejo de Xileno en Citohistotecnólogos* y las recomendaciones establecidas por la *Guía de Atención Integral en Seguridad y Salud en el Trabajo para Trabajadores Expuestos a Benceno y sus Derivados (GATISST-BTX-EB)* es guía, elaborada por el Ministerio de Salud de Colombia, está dirigida principalmente a la prevención, diagnóstico, tratamiento y rehabilitación de los posibles efectos derivados de la exposición, prevenir, vigilar y diagnosticar de manera integral los efectos adversos relacionados con la exposición a compuestos del grupo BTX-EB (benceno, tolueno, xileno y etilbenceno).

La encuesta aborda variables sociodemográficas clave para la identificación de condiciones predisponentes a efectos adversos por exposición al xileno. Las preguntas 1.1 (edad), 1.5 (tipo de institución), 1.4 (tiempo de trabajo en el laboratorio), 1.6 (nivel educativo alcanzado) y 1.6 nuevamente (duración de la jornada laboral) permiten caracterizar el contexto laboral de los encuestados. Además, la pregunta 1.7, que indaga sobre factores personales como el consumo de alcohol, tabaquismo y obesidad, se relaciona directamente con las recomendaciones de la GATISST-BTX-EB, que advierten sobre el efecto sinérgico del tabaquismo con los compuestos BTX-EB. Esta información es clave para establecer perfiles de riesgo y orientar medidas preventivas específicas.

El cuestionario incluye múltiples preguntas enfocadas en prácticas preventivas recomendadas por la GATISST-BTX-EB. Las preguntas 4.1 (uso de EPP), 4.2 (percepción del método más efectivo de prevención), 4.3 (acciones esperadas por parte del empleador) y 4.4 (eficacia percibida de las medidas de seguridad en el trabajo) permiten evaluar la implementación de controles personales y colectivos. Asimismo, las preguntas 2.5 (conocimiento de declaraciones H en hojas de datos de seguridad), 3.3 (capacidad recibida sobre manejo seguro del xileno) y 4.1 (uso de ventilación o sistemas de extracción) se alinean con la recomendación de establecer medidas de ingeniería, sustituir el agente químico cuando sea posible y garantizar una dotación adecuada de EPP conforme a los estándares técnicos.

El cuestionario explora el cumplimiento de los componentes fundamentales de vigilancia médica ocupacional propuestos por la guía. La pregunta 1.8 permite identificar si los trabajadores han sido valorados mediante exámenes médicos ocupacionales (de ingreso, periódicos o de egreso). Por otra parte, la pregunta 3.7 indaga sobre el conocimiento del procedimiento de monitoreo biológico, mientras que la pregunta 3.8 se enfoca específicamente en la familiaridad con el uso del ácido metilhipúrico en orina como biomarcador de exposición a xileno. Finalmente, la pregunta 2.10 recoge la presencia de síntomas clínicos compatibles con exposición crónica, aspecto clave dentro de la vigilancia activa recomendada por la GATISST.

El cuestionario también contiene preguntas que permiten identificar manifestaciones clínicas y percepción del riesgo a largo plazo. Las preguntas 2.9 (síntomas asociados con exposición al xileno), 2.10 (síntomas experimentados durante el último año) y 2.11 (preocupación por efectos a largo plazo) abordan directamente los posibles desenlaces clínicos. A esto se suma la pregunta 2.12, que explora si se ha informado a la ARL, al empleador o al médico ocupacional, lo cual es esencial para activar rutas diagnósticas y de intervención clínica oportuna según lo propuesto por la GATISST-BTX-EB.

La encuesta incluye un bloque específico orientado a evaluar la formación de los trabajadores en riesgos químicos, elemento considerado una buena práctica por la guía. Las preguntas 3.1 (formación recibida), 3.2 (duración de la formación), 3.3 (capacitación en manejo del xileno), 3.4 (conocimiento de la GATISST-BTX-EB), 3.5 (formación en manejo de productos químicos) y 3.6 (formación en gestión de emergencias por derrames) permiten identificar fortalezas y brechas en el componente educativo. Este aspecto es fundamental para empoderar al trabajador frente a los peligros del xileno y fortalecer la cultura de seguridad laboral en el entorno hospitalario.

Adicionalmente, se realizó una observación directa en el puesto de trabajo dentro de un laboratorio privado de patología de gran volumen en la ciudad de Bogotá, donde se implementó una prueba piloto de monitoreo biológico en dos trabajadores encargados del mantenimiento del procesador de tejidos siendo esta una actividad donde se tiene mayor exposición relacionada a los altos volúmenes de xileno manipulados.

Como parte de la prueba piloto, se realizaron mediciones de ácido metilhipúrico en orina de dos trabajadores expuestos. Las muestras fueron tomadas al final del turno del último día de la semana laboral de manera voluntaria. Posteriormente, fueron refrigeradas a 4 °C y transportadas conservando la cadena de frío hasta el laboratorio encargado del procesamiento. El análisis se realizó mediante Cromatografía Líquida de Alta Resolución (HPLC), empleando un método específico para la determinación de ácido metilhipúrico en orina, biomarcador reconocido para la vigilancia biológica de la exposición ocupacional al xileno.

Resultados

Descripción de las tareas que generan exposición al xileno en un laboratorio de anatomía patológica

El laboratorio de anatomía patología analizado es un laboratorio que maneja un alto volumen de muestras y está ubicado en la ciudad de Bogotá, con un procesamiento anual aproximado de 160.000 muestras histológicas y un uso semanal promedio de 60 litros de xileno, se evidenciaron tareas críticas que implican una exposición considerable a este agente químico. Los Citohistotecnólogos realizan labores de mantenimiento diario y semanal de los procesadores de tejidos (Figura 3)(Figura 4), que incluyen el recambio de fluidos utilizados en las etapas de fijación, deshidratación, aclaramiento e infiltración de tejidos. Estas actividades se desarrollan en áreas con espacio reducido y ventilación insuficiente, condiciones que aumentan la concentración de vapores tóxicos generados durante la manipulación y eliminación de líquidos químicos.(Figura 5)

Se evidenció que las tareas relacionadas con el tren de coloración rutinaria (Figura 6) representan un riesgo relevante de exposición al xileno pues se realiza el proceso de desparafinado, que se lleva a cabo sumergiendo las láminas portaobjeto en xileno durante cinco minutos tras su calentamiento previo en horno a 100 grados Celsius por una hora, esto, genera la formación de vapores debido al contacto con fuentes de calor. La manipulación frecuente de las láminas en condiciones de ventilación deficiente y espacio físico limitado agrava la exposición de los trabajadores al xileno, particularmente en áreas donde se realiza el desparafinado y la tinción con Hematoxilina y Eosina (H & E).

Finalmente, se encontró que el uso de xileno como agente aclarador al final de la tinción para mejorar la transparencia óptica de las muestras también contribuye a una exposición prolongada. Este procedimiento se realiza de manera manual en áreas que no cuentan con

sistemas adecuados de extracción de vapores, lo que permite la acumulación de xileno en el ambiente. En conclusión, las condiciones actuales de trabajo, especialmente la falta de ventilación adecuada y el reducido espacio físico, representan un riesgo significativo para los Citohistotecnólogos, quienes manipulan constantemente grandes cantidades de xileno en el procesamiento rutinario de muestras.

Figura 3

Procesador de Tejidos automatizado



Figura 3. La imagen muestra un compartimiento de un procesador de tejidos automatizado en un laboratorio de patología, con un almacenamiento visible de reactivos químicos esenciales para el procesamiento histológico. Se observan seis contenedores plásticos, de los cuales cinco están dedicados al uso de xilol, etiquetados como “Xylene”, “Xilol Lavado 1” y “Xilol Lavado 2”. Cada uno de estos envases tiene una capacidad de 5 litros, lo que implica un volumen total de 25 litros de xilol disponible para el proceso. *Imagen del autor.*

Figura 4

Almacenamiento de Reactivos Químicos en Procesador de Tejidos Automatizado



Figura 4. La imagen muestra un compartimiento inferior del procesador de tejidos automatizado en un laboratorio de patología, donde se almacenan reactivos como Formol , Alcohol Descarte, Alcohol Lavado y Xilol en la parte más interna (tapa roja). Cada galón de xileno tiene una capacidad de 6 litros, utilizados principalmente para aclaramiento y lavado de tejidos. Este espacio reducido y cerrado aumenta el riesgo de acumulación de vapores químicos. *Imagen del autor.*

Figura 5

Área de Procesamiento de Tejidos en Laboratorio de Patología

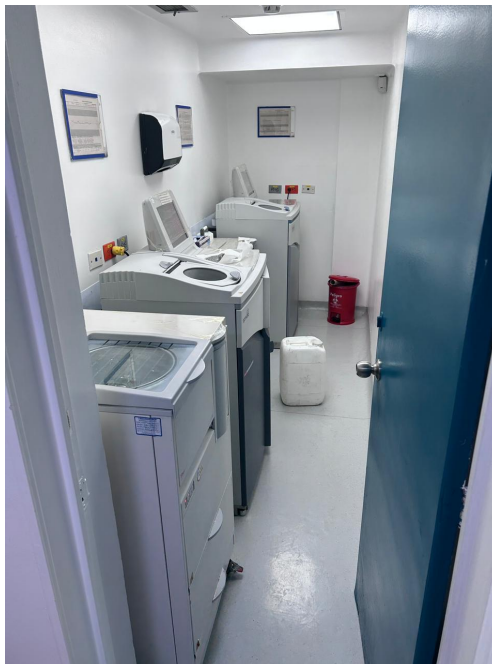


Figura 5. La imagen muestra un espacio reducido destinado al procesamiento de tejidos en un laboratorio de patología. Se observan equipos automatizados dispuestos en un ambiente estrecho, con acceso limitado a ventilación natural. Este diseño favorece la acumulación de vapores químicos, especialmente de xileno, aumentando el riesgo de exposición para los Citohistotecnólogos. *Imagen del autor.*

Figura 6

Tren de Coloración Manual con Uso de Xilol y Alcoholes



Figura 6. La imagen muestra un tren de coloración manual compuesto por recipientes metálicos etiquetados para diferentes reactivos: Etílico, Propanol y Xilol. Este sistema se utiliza para la deshidratación, aclaramiento y tinción de tejidos. La presencia de múltiples recipientes con capacidad 450 ml con xilol evidencia un uso intensivo y continuo de este reactivo, aumentando el riesgo de exposición por vapores en espacios reducidos. *Imagen del autor.*

Características de la población objeto de estudio

132 Citohistotecnólogos ingresaron al formulario, pero solo ciento veinte de ellos devolvieron el cuestionario completo, lo que indicó una tasa de respuesta del 90.9%. La mayoría de la población corresponde a mujeres en un 86%, la edad media fue de 40 años (rango 31-50) años, el 51% declaró no tener ningún factor de riesgo mencionado en el formulario, solo un 18% de los encuestados ha realizado otros estudios académicos y un 82% aun solo tienen el

título de tecnólogo en Citohistotecnología, las ciudades con mayor participación fueron Bogotá con un 47% , Medellín con un 13%, Cali con un 7% y Neiva en un 6%. Un 45% de los participantes tienen más de 120 meses (10 años) de experiencia y la media fue de 25 meses y tan solo el 25% ha visitado al médico ocupacional en el último año. (Tabla 1)

Tabla 1

Características demográficas y laborales

Características demográficas y laborales			
Característica	N	%	Promedio
Genero (120)^a			
Masculino	17	14	
Femenino	103	86	
Edad, años (120)^a			40
< 30 años	27	23	
31-50 años	86	72	
>51	7	6	
Ejerce actualmente (127)^a			
Sí	120	94	
No	7	6	
Estado de tabaquismo, factores de riesgo (120)^a			
Consumo de alcohol varias veces a la semana	2	2	
Consumo de cigarrillo varias veces a la semana (Fumador actual)	6	5	
Obesidad	13	11	
Sobrepeso	38	32	
No, no tengo ninguno de los factores de riesgo mencionados. (Nunca Fumé)	61	51	
Número de meses de trabajo en el laboratorio atendido (120)^a			25,25
<12	3	3	

13- 60	30	25
61-120	33	28
>120	54	45
Situación laboral (120)^a		
Sector público	22	18
Sector privado	98	82
Nivel educativo (120)^a		
Tecnólogo	100	83
Pregrado	15	13
Especialización	3	3
Maestría o doctorado	2	2
Municipio donde trabaja (120)^a		
Arauca	1	1
Armenia	1	1
Barranquilla	3	3
Bogotá	55	47
Cali	8	7
Cartagena	4	3
Cúcuta	2	2
Envigado	1	1
Ibagué	2	2
Manizales	1	1
Medellín	15	13
Montería	1	1
Neiva	7	6
Norte de Santander	2	2
Pasto	4	3
Pereira	4	3

Popayán	1	1
Risaralda	1	1
Santander	1	1
Sogamoso	1	1
Valledupar	1	1
Yopal	1	1
Otro	3	3
Visita al médico ocupacional en el último año (229)^{ab}		
Si	58	25
No	171	75
^a Número de respuestas recibidas		
^b El número de respuestas no suman 120 debido a múltiple respuesta		

Nota: Elaboración propia a partir de los datos obtenidos mediante Google Forms y procesados en Excel versión 2502.

Conocimientos sobre riesgos químicos y seguridad en los laboratorios

Los resultados del nivel de conocimiento de los trabajadores referente a los riesgos químicos y seguridad del xileno muestran que el 75% de los encuestados cree tener conocimiento sobre los riesgos asociados a la exposición con xileno en su lugar de trabajo (Tabla 3), el 67% contestó no estar familiarizado con las frases H que identifica los peligros relacionados a una sustancia química, solo el 33% reconoce que la exposición al xileno tiene posibles riesgos para la salud, un 43% declaro reconocer los signos y síntomas asociados a una intoxicación por xileno y el 47% ha experimentado síntomas relacionados con la exposición al xileno.

En un 97% los encuestados declararon estar muy expuestos al xileno en su lugar de trabajo y un 92% identifica el olor aromático del xileno en el mismo, un 38% de los sujetos declaró

tener una exposición de 4 a 8 horas, el 32% de 2 a 4 horas y el 32% declararon una exposición menor a 2 horas y finalmente un 8% informo tener una exposición al xileno superior a 8 horas. El 49% no tiene información sobre la volatilidad y las condiciones de temperatura de trabajo del xileno y en cuanto a las cantidades usadas en sus puestos de trabajo más de la mitad de los encuestados tienen un rango de 1 a 25 litros, el 10% declaró no tener conocimiento sobre la cantidad de xileno usada en su sitio de trabajo y el 95% de los sujetos encuestados creen que la exposición al xileno puede afectar su salud.

Tabla 2

Conocimiento de los encuestados sobre los peligros químicos

Conocimiento de los encuestados sobre los peligros químicos		
Declaraciones	N(%) Muy de acuerdo o de acuerdo	N(%) Totalmente en desacuerdo o en desacuerdo
Posee el conocimiento necesario sobre los riesgos asociados con la exposición al xileno en su lugar de trabajo	90 (75)	30 (25)
Está familiarizado con la declaración H en las hojas de datos de seguridad que identifica los peligros relacionados con el uso de los productos químicos	40 (33)	80 (67)
Tiene conocimiento de los posibles riesgos para la salud relacionados con la exposición al xileno	80 (67)	40 (33)
Ha experimentado síntomas relacionados con la exposición al xileno en su trabajo	56 (47)	64 (53)
Conocimiento de signos y síntomas que indican intoxicación por exposición al xileno	51 (42)	69 (58)
La exposición al xileno puede afectar su salud a largo plazo	114 (95)	6 (5)
Declaraciones	N	%
En su lugar de trabajo que tan expuesto considera que está al xileno		
Muy Expuesto	117	97
Nada Expuesto	3	3

Tiempo de exposición en horas en el de trabajo al xileno, durante una jornada laboral		
<2	38	32
2-4	27	23
4-8	46	38
>8	9	8
Identificación del olor aromático del xileno en el lugar de trabajo		
Si	110	92
No	10	8
Información acerca de la volatilidad y las condiciones de temperatura de trabajo del xileno en su entorno laboral		
Si	61	51
No	59	49
Cantidad de xileno utilizado en las operaciones, tareas y procesos en el lugar de trabajo		
Baja (100 a 999 Mililitros)	25	21
Media (1 a 25 Litros)	63	53
Grande (Más de 25 Litros)	20	17
No tengo conocimiento de la cantidad de xileno que se usa en mi lugar de trabajo.	12	10

Nota: Elaboración propia a partir de los datos obtenidos mediante Google Forms y procesados en Excel versión 2502.

Actitudes de los encuestados hacia el uso de productos químicos peligrosos y condiciones de seguridad

El 84% de los encuestados declararon que las medidas de seguridad protegen contra los efectos no deseados relacionados con la exposición a sustancias químicas y un 95% percibe que la exposición al xileno tiene efectos sobre su salud, el 21% declaró hacer uso de

los EPP recomendados por la HDS (Hoja de Datos de Seguridad) otro 21% declaró tener disponibilidad de ventilación y extracción de aire, y el 94% de los sujetos declaró que la responsabilidad del empleador es suministrar EPP basados en la HDS, capacitación y control ambiental y el 72% considera que la forma de proteger ante la exposición química el xileno es mediante el uso de EPP recomendados por la HDS, medidas de ventilación y capacitación en el manejo seguro del xileno (Tabla 3).

Tabla 3

Actitudes de los encuestados hacia el uso de productos químicos peligrosos y condiciones de seguridad

Actitudes de los encuestados hacia el uso de productos químicos peligrosos y condiciones de seguridad			
	N(%) Muy de acuerdo o de acuerdo	Incierto	N(%) Totalmente en desacuerdo o en desacuerdo
Actitudes			
Percepción de seguridad relacionada con la actividad laboral:			
Las medidas de seguridad protegen contra los efectos no deseados relacionados con la exposición a sustancias químicas.	101(84)	14(12)	5(4)
Percepción de la exposición:			
Afectación a la salud a largo plazo	114(95)		6(5)
	N	%	
Hay EPP adecuados disponibles (201)^{ab} :			
Recomendados por la HDS (SDS)	42	21	
No recomendados por la HDS (SDS)	70	35	
Controles de ingeniería (201)^{ab}			
Ventilación natural o asistida	43	21	
Sistemas de extracción	43	21	

Percepción sobre responsabilidad a cargo del empleador		
Disponibilidad de EPP	4	3
Capacitación formación	3	3
Controles ambientales	0	0
Todas las anteriores	113	94
Percepción sobre métodos de protección para exposición a sustancias químicas (151)^{ab}		
Uso de EPP recomendados por la FDS(SDS)	18	12
Medidas de ventilación	13	9
Capacitación manejo seguro del xileno	11	7
Todas las anteriores	109	72
^a Número de respuestas recibidas		
^b El número de respuestas no suman 120 debido a múltiples respuestas		

Nota: Este análisis proporciona un panorama sobre las actitudes y prácticas de seguridad de los Citohistotecnólogos en relación con el manejo de productos químicos peligrosos.

Elaboración propia a partir de los datos obtenidos mediante Google Forms y procesados en Excel versión 2502.

Determinantes del conocimiento y la práctica laboral en relación con el xileno en los laboratorios de patología.

Más de la mitad de los encuestados manifestaron haber recibido capacitación sobre seguridad y salud en el trabajo impartida por su empleador o ARL (administradora de riesgos laborales) dentro de los encuestados que declararon haber recibido capacitación el 66% declaró que el tiempo de capacitación fue menor a dos horas, el 73% manifestó no tener conocimiento sobre el monitoreo biológico de exposición al xileno y el 94% desconoce el papel del ácido metilhipúrico como índice biológico de exposición. El 47% ha tenido capacitación

específica en riesgo químico y en un 17% en formación al manejo seguro del xileno, en cuanto a gestión de accidentes y primeros auxilios en caso de un derrame de xileno un 58% declaró tener formación y sólo un 16% está familiarizado con la GATISST-BTX-EB, el 43% manifestó tener conocimiento en signos y síntomas por exposición a xileno y un 47% cree haber experimentado signos y síntomas relacionados a su exposición (Tabla 4).

Tabla 4

Determinantes del conocimiento y la práctica laboral en relación con el xileno en los laboratorios de patología

Determinantes del conocimiento y la práctica laboral en relación con el xileno en los laboratorios de patología.		
Variable	N	%
Formación específica sobre seguridad y salud en el trabajo, impartida por su empleador o ARL		
Si	62	52
No	58	48
Número aproximado de horas de duración para la última formación específica que haya recibido ^{ab} (62)		
<2	41	66
2 - 3	3	5
> 4	3	5
No recuerda el número de horas	15	24
Conocimiento sobre el monitoreo biológico para detectar la exposición al xileno		
Si lo tiene	7	6
No está seguro de tenerlo	25	21
No lo tiene	88	73
Conocimiento del papel del ácido metilhipúrico en orina como prueba para monitoreo biológico de exposición al xileno		

Si lo tiene	7	6
No lo tiene	113	94
	N(%) Muy de acuerdo o de acuerdo	N(%) Totalmente en desacuerdo o en desacuerdo
Formación o capacitación específica sobre la prevención de riesgos químicos en su lugar de trabajo que incluya el manejo seguro del xileno	56(47)	64(53)
Formación adecuada en el manejo seguro de productos químicos como el xileno	21(17)	99(83)
Familiarización con la Guía de atención integral de salud ocupacional para Trabajadores Expuestos a Benceno y sus derivados (GATISST- BTX-EB)	18(16)	102(84)
Formación adecuada en gestión de accidentes y primeros auxilios en caso de un derrame de xileno	70(58)	50(42)
Conocimiento sobre signos y síntomas exposición a xileno	51(43)	69(57)
Experimentar signos y síntomas exposición a xileno	56(47)	64(53)
^a Número de respuestas recibidas		

^b El número de respuestas no suman 120 debido a que solo se tuvo en cuenta las respuestas afirmativas

Nota: Este análisis revela aspectos fundamentales sobre el conocimiento y prácticas laborales relacionadas con la exposición al xileno en laboratorios de patología, con un enfoque específico en la adherencia a la GATISST-BTX-EB. Elaboración propia a partir de los datos obtenidos mediante Google Forms y procesados en Excel versión 2502.

Sintomatología relacionada y efectos en la salud.

Con base en los datos recolectados, podría plantearse la posibilidad de que algunos síntomas referidos por los citohistotecnólogos encuestados estén asociados, de forma no

determinada, a una exposición ocupacional prolongada a solventes orgánicos como el xileno (Tabla 5). Síntomas como cefaleas (74%) y resequedad de mucosas (60%) podrían guardar relación con la inhalación repetida de vapores, especialmente en contextos donde la ventilación no sea óptima, aunque no se puede establecer una conexión directa. Asimismo, la presencia de fatiga (45%), somnolencia (38%) y náuseas (40%) podría estar vinculada con efectos inespecíficos que, en algunos casos, se han descrito en relación con exposiciones químicas.

También podrían considerarse relevantes los síntomas neurológicos reportados, como pérdida de memoria (23%), dificultad para concentrarse (30%), debilidad (28%) y vértigo (23%), los cuales, en determinados contextos, han sido asociados en la literatura a posibles alteraciones neurofuncionales por exposición a disolventes. De forma similar, síntomas menos frecuentes como pérdida de sensibilidad (10%) o caída involuntaria de objetos (17%) podrían sugerir una afectación periférica, aunque no es posible establecer causalidad. Estos resultados, si bien no concluyentes, podrían señalar la conveniencia de fortalecer las acciones de vigilancia médica y exploración del monitoreo biológico.

Tabla 5

Sintomatología relacionada y efectos en la salud.

Síntomas Reportados (708) ^a	N	%
Cefaleas	92	74
Fatiga	56	45
Somnolencia	47	38
Insomnio	29	23
Conjuntivitis	32	26

Resecamiento mucosa oral, garganta y piel	74	60
Pérdida memoria	29	23
Falta concentración	37	30
Debilidad	35	28
Vértigo	28	23
Náuseas	50	40
Caída involuntaria de objetos de las manos	21	17
Pérdida de la sensibilidad de las manos o pies	13	10
Sensación de entumecimiento de brazos o piernas	28	23
Sensación de estar ebrio sin haber bebido alcohol	9	7
Dificultad para controlar el movimiento de las manos	3	2
Cambios bruscos de humor	36	29
Presión sobre el pecho	32	26
Sensación de caerse al estar de pie o caminando	13	10
Aumento del peso corporal	44	35

^a El número de respuestas no suman 120 debido a múltiples respuestas

Resultados prueba piloto de monitoreo biológico

Los valores obtenidos corresponden a la prueba piloto de monitoreo biológico realizada en dos trabajadores expuestos durante una semana laboral del mismo laboratorio de anatomía patológica en la cual se realizaron de forma rutinaria diversas tareas diarias que generan exposición al xileno. Específicamente para el trabajador # 1 de sexo masculino y edad 30 años, su jornada laboral fué de 47 horas semanales distribuidas en 5 turnos diurnos de 7 h, y un turno 12 h dentro de esta jornada, se incluyen 70 minutos de una tarea de alta exposición al xileno durante el “mantenimiento diario del equipo procesador de tejidos”. Para la trabajadora # 2 de sexo femenino y edad 34 años, su jornada laboral fue de 2 turnos nocturnos de 12 horas y dos turnos diurnos de 12 h para un total de 48 horas de trabajo semanales dentro de las cuales se incluyen 150 minutos de una tarea de alta exposición al xileno durante el “mantenimiento semanal del equipo procesador de tejidos”. Es importante aclarar que durante las tareas de mantenimiento diario y semanal del equipo procesador de tejidos se manipulan altos volúmenes de xileno.

En el primer trabajador, se encontró un valor de 0.37 g de ácido metilhipúrico por gramo de creatinina en orina y en el segundo trabajador un valor de 0.31g de ácido metilhipúrico por gramo de creatinina en orina. Estos resultados reflejan una exposición superior al BEI ACGIH de 0,3 g/g de creatinina vigente para el 2025, evidenciando una posible sobreexposición laboral al xileno, así mismo, los niveles más altos del biomarcador en el trabajador # 1, estarían indicando la una mayor exposición al xileno.

Discusión

La presencia constante y el uso intensivo de xileno en los laboratorios de anatomía patológica representa un riesgo laboral significativo para los Citohistotecnólogos, quienes están directamente expuestos durante el procesamiento de muestras histológicas, citológicas e inmunohistoquímicas. Según Moya et al. (2021), en un estudio sobre costos y contaminación,

se reportó que solo para la tinción de 594.898 pruebas citológicas se utilizaron 7.848 litros de xileno, durante el período 2015–2019. Además, los autores aclaran que esta estimación excluye el xileno empleado en los procedimientos histológicos e inmunohistoquímicos, lo que sugiere que el volumen total utilizado en el laboratorio es considerablemente mayor, reforzando la necesidad de medidas de prevención y control frente a la exposición ocupacional a este solvente.

Se evidenció una importante brecha en la aplicación efectiva de prácticas de seguridad necesarias para mitigar estos riesgos. Investigaciones previas han señalado que “en muchos laboratorios, las prácticas de seguridad no son suficientemente comprendidas ni aplicadas, lo que aumenta el riesgo de accidentes y enfermedades laborales” (Alvarado-Cabrero & Valencia-Cedillo, 2015, p. 210). Esto enfatiza la necesidad urgente de reforzar la capacitación en seguridad química y en los protocolos específicos relacionados con el xileno.

En concordancia con estos hallazgos, la presente investigación confirmó que el 98% de los Citohistotecnólogos encuestados percibe una alta exposición al xileno, corroborado por el hecho de que el 92% identifica claramente su olor característico en el entorno laboral.

Aunque el 75% considera tener conocimiento sobre los riesgos del xileno, solamente un 33% reconoció específicamente los efectos adversos asociados, indicando una percepción limitada del riesgo real. Esto coincide con Díaz (2022), quien menciona que “no basta con conocer cuánta carga de Xilol hay en un ambiente; se necesita también abordar cuánto conocen los profesionales tecnólogos médicos sobre el Xilol para poder generar medidas preventivas posteriores” (p. 35). Díaz (2022) complementa indicando que en su estudio “el nivel de conocimientos global sobre el Xilol más frecuente fue medio (39.2%), implicando que el tecnólogo médico no estaría adecuadamente preparado para trabajar con esta sustancia” (p. 34).

Además, en este estudio se evidenció que el 67% desconoce las frases H que identifican los peligros químicos asociados al xileno, lo que refleja una deficiencia crítica en normativas internacionales de seguridad química. Esto corresponde a lo descrito por Alvarado-Cabrero y Valencia-Cedillo (2015), quienes advierten que “existe poco o nulo conocimiento de las medidas y prácticas necesarias para evitar accidentes de trabajo o enfermedades laborales” (p. 210). Los mismos autores añaden que “los participantes no tienen conocimiento de la magnitud de los riesgos a los que están expuestos en su medio de trabajo, generando un falso sentido de seguridad” (p. 211).

La corta duración de las capacitaciones podría explicar estos resultados, ya que el 66% declaró haber recibido formación inferior a dos horas. Esto se refleja en que solo el 43% reconoce signos y síntomas de intoxicación por xileno, mientras que el 47% reportó síntomas relacionados con la exposición. Palma et al. (2015) refuerzan esto al mencionar que “la exposición a contaminantes puede fluctuar considerablemente durante una misma jornada laboral debido a la variabilidad en las tareas realizadas” (p. 73), afectando la percepción del riesgo y la efectividad de las medidas preventivas.

Respecto a la vigilancia médica y monitoreo biológico, el 94% desconoce la utilidad del ácido metilhipúrico como biomarcador de exposición. Según Arango (2011), este biomarcador permite “medir una interacción entre un sistema biológico y un agente químico, físico o biológico, evaluada como una respuesta funcional o fisiológica, que ocurre a nivel celular o molecular” (p. 76). Arango (2011) también destaca que “los biomarcadores han contribuido de forma significativa al desarrollo de políticas en salud ocupacional, ya que son una herramienta complementaria en los estudios de epidemiología ambiental a partir de los cuales se desarrollan los programas de vigilancia” (p. 79).

En esta investigación, el monitoreo biológico mostró valores de ácido metilhipúrico en orina de 0.37 g/g creatinina y 0.31 g/g en trabajadores con exposición semanal de 48 h, no obstante, este estudio no cuenta con valores de exposición ambiental por lo que no es posible inferir si la exposición al xileno es constante durante la jornada laboral, sin embargo las “pequeñas” diferencias en los valores del monitoreo biológico estarían siendo afectados por variabilidad de tareas, tiempos de exposición, y condiciones de susceptibilidad individual no investigados en este trabajo. Palma et al. (2015) afirman que “el sobrepasar los valores límites puede indicar eventuales efectos adversos, aunque la exposición puede variar considerablemente en una jornada laboral” (p. 73). “Vale la pena aclarar que los biomarcadores de exposición son indicadores de la dosis interna y no cuantifican el grado de exposición crónica ni de su acumulación. Por esto, son útiles solo para exposiciones recientes o actuales, dado que tienen muy poca vida media (incluso, puede ser menor de una hora bajo ciertas circunstancias) y su utilidad se restringe a verificar si existió o no biotransformación en el momento de la observación de trabajadores crónicamente expuestos a benceno, tolueno y xileno” (Palma et al., 2015, p. 73).

En cuanto al uso efectivo de elementos de protección personal (EPP), solo el 21% los utiliza adecuadamente según la ficha de datos de seguridad (FDS). Coello (2019) señala en su estudio que “el metabolito estudiado está presente en la orina de estos trabajadores, destacando que un 11,4 % presentó niveles del biomarcador por encima del límite permisible. A pesar de contar con buenas condiciones de higiene en el laboratorio, la no observación del uso correcto de EPP nos deja la interrogante de si estos niveles urinarios de ácido metilhipúrico son debido a una alta exposición o al uso incorrecto de los EPP” (p. 68).

Niaz et al. (2015) enfatizan además que “el uso adecuado de equipos de protección personal es esencial, incluyendo campana extractora, bata de laboratorio adecuada,

protectores oculares y mascarilla que cubra nariz y boca” (p. 1180). “Deben realizarse esfuerzos para reducir los peligros para la salud en el medio ambiente, generando un entorno de vida más seguro mediante una mayor familiarización de los departamentos de salud ambiental con los riesgos para la salud causados por el xileno, así como con las medidas de seguridad y los procedimientos de emergencia.” (Niaz et al., 2015, p. 1180) y Rajan y Malathi (2014) recalcan que “el personal en contacto con xileno debe comprender claramente sus efectos tóxicos, manejo adecuado del químico y uso correcto de protección personal según normativas locales” (p. 273).

Moya y Rojas (2018) evaluaron cinco componentes fundamentales relacionados con el uso de xileno en laboratorios de anatomía patológica: 1) uso de xileno, conocido también como xilol, xylène o bajo su nombre comercial; 2) prácticas de bioseguridad para el personal de laboratorio; 3) propuestas de sustitución del xileno por agentes menos peligrosos; 4) información sobre riesgos asociados para el personal y el medio ambiente; y 5) actualización y consistencia de las guías de seguridad disponibles.

El estudio evidenció una considerable falta de coherencia y actualización en estas guías, señalando que “sólo nueve de las 37 guías incluidas y revisadas en este estudio reportaron alguno de los cuatro componentes principales relacionados con el xileno” (Moya & Rojas, 2018, p. 42). Este hallazgo subraya la necesidad urgente de desarrollar y actualizar continuamente las guías de seguridad, con un enfoque integral que contemple la sustitución de sustancias peligrosas, la protección efectiva del personal y la mitigación de impactos ambientales. Este hallazgo destaca la necesidad de desarrollar y actualizar continuamente las guías de seguridad, con un enfoque integral que considere la sustitución de sustancias peligrosas, la protección efectiva del personal y la mitigación de impactos ambientales.

La adherencia insuficiente a las recomendaciones de la GATISST-BTX-EB resultó evidente, ya que sólo el 16% manifestó conocer estas directrices específicas. Dick (2006) “resalta la importancia de difundir medidas preventivas como sustitución por agentes menos tóxicos, ventilación adecuada y vigilancia médica ocupacional (p. 224). Según la Organización Internacional del Trabajo (ILO, 2021), “la investigación en solventes es compleja por diferencias entre solventes, susceptibilidad individual y variables como dosis y duración de exposición” (p. 34) también complementado como señala Aguilar (2019) donde explica que “En las diferentes tareas del laboratorio de Anatomía Patológica se usan multitud de productos químicos, en cantidades y frecuencia de uso muy variables. Esto plantea serios problemas metodológicos y económicos a la hora de hacer una evaluación del riesgo de exposición de los trabajadores a estos contaminantes en su puesto de trabajo correspondiente”. (p. 33).

Considerando que hay más de 500 trabajadores graduados en Citohistotecnología trabajando en diversas regiones del país y que la encuesta recolectó información de 120 Citohistotecnólogos, es importante resaltar la investigación hecha por Ai et al. (2021) donde se evidencia la efectividad del trabajo conjunto entre las estrategias de higiene industrial y la vigilancia de la salud en un hospital terciario de Jiangxi en el laboratorio de Patología. El estudio, que involucró a 52 médicos y técnicos del departamento de patología, evaluó detalladamente cada etapa del flujo de trabajo, identificando el uso extensivo de xileno y analizando aspectos como la jornada laboral, la disposición del equipo, el uso de equipos de protección personal y el seguimiento de la salud ocupacional. Los hallazgos subrayan la importancia de implementar medidas de control rigurosas y coordinadas para proteger la salud de los trabajadores expuestos a sustancias peligrosas como el Xileno. Aunque este trabajo no sigue explícitamente la GATISST-BTX-EB sus resultados y recomendaciones son coherentes con los principios establecidos por dicha guía implementada en Colombia.

Finalmente, la concentración de participantes en ciudades principales como Bogotá, Medellín, Cali y Neiva indica que los esfuerzos educativos, de higiene industrial y vigilancia médica deben enfocarse estratégicamente en estas regiones para optimizar la efectividad de las intervenciones preventivas.

Estos resultados subrayan la necesidad urgente de fortalecer capacitaciones específicas, implementar programas sólidos de vigilancia médica y asegurar una adherencia efectiva a la GATISST-BTX-EB para garantizar ambientes laborales seguros y saludables para los Citohistotecnólogos.

Conclusiones

Las actividades críticas que generan exposición al xileno en laboratorios de patología incluyen el procesamiento de tejidos, microtomía, tinción histológica, procesamiento de citologías e inmunohistoquímica, realizadas frecuentemente en entornos con ventilación inadecuada. Este hecho incrementa significativamente la exposición ocupacional, especialmente cuando se utilizan grandes volúmenes de xileno en procesos rutinarios. Desde la perspectiva de la higiene industrial, es esencial identificar y mitigar estas fuentes de exposición mediante controles de ingeniería, procedimientos administrativos y el uso adecuado de equipos de protección personal (EPP). La GATISST-BTX-EB recalca la importancia de establecer controles efectivos, tales como sistemas de ventilación local y dispositivos de extracción, para garantizar que los niveles de exposición se mantengan dentro de límites seguros. Los resultados del monitoreo biológico indican que las condiciones actuales de trabajo pueden exceder dichos límites, lo que resalta la necesidad de implementar medidas correctivas eficaces.

Aunque la mayoría de los Citohistotecnólogos encuestados identifican su exposición al xileno como significativa, existe una marcada deficiencia en la percepción de los efectos adversos específicos asociados a esta sustancia. El conocimiento sobre los riesgos del xileno es limitado y, en muchos casos, superficial, lo que se relaciona directamente con la formación insuficiente que reciben. La capacitación ofrecida se caracteriza por su corta duración y falta de profundidad, lo cual impide una comprensión adecuada de la toxicidad del xileno y de los métodos recomendados para su control. La GATISST-BTX-EB destaca la importancia de la capacitación continua y adecuada, en conjunto con sistemas de vigilancia epidemiológica que permitan detectar síntomas tempranos y mitigar riesgos antes de que se conviertan en enfermedades laborales. Este déficit en la percepción del riesgo también se evidencia en el desconocimiento generalizado sobre los biomarcadores de exposición y la utilidad del monitoreo biológico en la vigilancia médica.

La implementación de las estrategias propuestas por la GATISST-BTX-EB es insuficiente y evidencia una deficiencia estructural en la gestión de la seguridad y salud en el trabajo de los Citohistotecnólogos. Pocos trabajadores conocen esta guía, y una gran mayoría desconoce la función del ácido metilhipúrico en orina como biomarcador de exposición. Este hallazgo es especialmente preocupante considerando que la GATISST-BTX-EB ofrece un marco integral que combina higiene industrial y vigilancia médica, aspectos esenciales para el diagnóstico temprano y la prevención de efectos adversos asociados con la exposición al xileno. La falta de vigilancia epidemiológica adecuada, el monitoreo biológico insuficiente y el uso incorrecto de EPP reflejan un cumplimiento deficiente de las recomendaciones normativas. Es necesario fortalecer la adopción de la GATISST-BTX-EB, promoviendo programas de monitoreo biológico periódico, análisis detallado de riesgos ocupacionales y estrategias de intervención adaptadas a las condiciones específicas de cada laboratorio.

Los conocimientos y prácticas laborales relacionados con el manejo seguro del xileno son inadecuados, lo cual representa un riesgo significativo para la salud de los Citohistotecnólogos. Aunque algunos Citohistotecnólogos han recibido formación sobre la prevención de riesgos químicos, gran parte de ellos considera que dicha formación ha sido insuficiente. La GATISST-BTX-EB resalta la importancia de implementar un programa de capacitación actualizado y continuo que contemple no solo el uso adecuado de EPP y estrategias de ventilación, sino también la evaluación médica periódica y el monitoreo biológico como componentes esenciales de la vigilancia médica. La ausencia de procedimientos consistentes de monitoreo biológico revela una importante brecha en la aplicación práctica de la guía. Para garantizar la protección adecuada de los trabajadores, es esencial actualizar y mejorar los programas de capacitación y aplicar rigurosamente las estrategias propuestas en la GATISST-BTX-EB.

Recomendaciones

A partir de los hallazgos obtenidos en esta investigación, es fundamental implementar un enfoque integral en la gestión del riesgo químico asociado al xileno que considere tanto la higiene industrial como la vigilancia médica propuestas por la GATISST-BTX-EB sin dejar de lado las múltiples sustancias manipuladas que requieren de un interés como es el caso del formaldehído, etanol, propanol y glutaraldehído. Se recomienda fortalecer la capacitación continúa dirigida a los Citohistotecnólogos y al personal involucrado en el manejo de xileno, mediante programas permanentes que incluyan la identificación de riesgos, procedimientos de trabajo seguro, comprensión de los efectos tóxicos del xileno y la importancia del monitoreo biológico. Asimismo, es esencial desarrollar manuales, guías y materiales didácticos accesibles que describen medidas preventivas, uso adecuado de EPP y procedimientos específicos para la manipulación segura del xileno. Este proceso de capacitación debe evaluarse

periódicamente para garantizar que el conocimiento adquirido se traduzca en prácticas adecuadas. Adicionalmente, se debe mejorar la gestión de la higiene industrial mediante la instalación de sistemas eficientes de ventilación localizada, protocolos específicos de limpieza y mantenimiento de equipos, así como la realización periódica de monitoreos ambientales que aseguren niveles seguros de xileno en el aire. La implementación de controles de ingeniería y administrativos, como la sustitución del xileno por alternativas menos tóxicas cuando sea técnicamente viable, también debe ser promovida.

En cuanto a la vigilancia médica, se debe desarrollar un programa sistemático de monitoreo biológico que incluya la medición periódica del ácido metilhipúrico en orina, como un indicador de exposición reciente al xileno, siguiendo los parámetros establecidos por la ACGIH. Las evaluaciones médicas periódicas deben enfocarse en la detección temprana de síntomas neurológicos, respiratorios y dermatológicos relacionados con la exposición al xileno.

Además, se debe diseñar un sistema de registro y seguimiento de resultados de monitoreo biológico que permita identificar tendencias, establecer líneas de base y ajustar las estrategias de intervención según los resultados obtenidos. Es necesario implementar auditorías internas periódicas que evalúen el cumplimiento de la GATISST-BTX-EB en cada laboratorio, desarrollar indicadores específicos de desempeño, establecer planes de mejoramiento continuo y fomentar alianzas con las Administradoras de Riesgos Laborales (ARL). De esta manera, se puede asegurar la correcta aplicación de la GATISST-BTX-EB en términos de vigilancia médica y control ambiental, contribuyendo a la creación de un entorno laboral seguro y saludable para los Citohistotecnólogos expuestos al xileno.

Se recomienda continuar con esta línea de investigación para poder realizar una caracterización de la exposición al xileno en los laboratorios de anatomía patológica y una ampliación en el riesgo químico relacionado a la labor, realizando evaluaciones cuantitativas de

xileno para poder confirmar los niveles de riesgo. Así mismo, se recomienda realizar estudios adicionales utilizando estrategias de biomonitoreo con la medición de ácido metilhipúrico, biomarcador establecido por la ACGIH, el cual es muy fácil de implementar debido a la facilidad en la toma de la muestra.

Como línea futura de investigación, se recomienda considerar la implementación de instrumentos estandarizados para la detección de enfermedades cutáneas profesionales en citohistotecnólogos expuestos a solventes como el xileno como lo explica Susitaival et.al (2003) “Las enfermedades profesionales de la piel se encuentran entre las enfermedades laborales más frecuentes en los países industrializados. Suelen ser crónicas, afectan principalmente a trabajadores en su mejor edad laboral y su impacto tanto individual como social es considerable”. En este sentido, el uso del NOSQ-2002/SHORT (Nordic Occupational Skin Questionnaire, versión corta) podría ser de gran utilidad. Este cuestionario de cuatro páginas, listo para aplicar en estudios poblacionales o en el lugar de trabajo, permite la detección y el seguimiento de patologías dermatológicas ocupacionales, tales como el eccema de manos. Asimismo, se sugiere explorar la utilización del NOSQ-2002/LONG, una versión extendida que ofrece conjuntos de preguntas más detalladas y adaptables según las necesidades específicas de cada investigación o características de la población. El informe NOSQ-2002 proporciona además un manual completo para la planificación y ejecución de encuestas sobre enfermedades cutáneas ocupacionales y exposiciones relevantes. La incorporación de estas herramientas en futuras investigaciones podría facilitar la recolección de datos más estandarizados, mejorar la caracterización de los riesgos dermatológicos en citohistotecnólogos y permitir comparaciones entre diferentes contextos laborales y estudios internacionales, fortaleciendo así la vigilancia en salud ocupacional en este grupo de trabajadores.

Referencias bibliográficas

Aroca Espín, C., & Guamán Valle, Y. (2024). Aplicación de sustancias fijadoras en tejidos humanos para procesos histológicos. UNACH-FCS-LAB.CLIN. Recuperado de <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/12489>

Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR). (1999). *Resumen de salud pública: Formaldehído*. Departamento de Salud y Servicios Humanos de EE. UU., Servicio de Salud Pública. https://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs111.html

Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR). (2007). Reseña toxicológica del xileno (versión para comentario público, en inglés). Departamento de Salud y Servicios Humanos de EE. UU., Servicio de Salud Pública. https://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es_tfacts71.html

Ai, L., Zhang, L., Li, J., Tang, C., & Liu, Y. (2021). Investigación sobre el estado actual de los riesgos laborales en el servicio de patología de un hospital. Revista China de Higiene Laboral y Enfermedades Profesionales. <https://doi.org/10.3760/cma.j.cn121094-20200415-00195>

Alvarado-Cabrero, I., & Valencia-Cedillo, R. (2015). Percepción de las medidas de seguridad y salud en trabajadores de laboratorios de patología. Revista Médica del Instituto Mexicano del Seguro Social, 53(2), 206–213.

American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH). (2024). Documentation of the threshold limit values (TLVs) and biological exposure indices (BEIs). ACGIH.

<https://bpsepako.com/wp-content/uploads/2024/08/ACGIH-2024-TLV-Book.pdf>

Arango, S. S. (2011). Biomarcadores para la evaluación de riesgo en la salud humana. *Revista Facultad Nacional de Salud Pública*, 30(1), 75–82.

Buesa, R., & Peshkov, M. V. (2009). Histología without xylene. *Annals of Diagnostic Pathology*, 13(4), 246–256. <https://doi.org/10.1016/j.anndiagpath.2008.12.005>

Coello, F. (2019). Niveles de ácido metilhipúrico por exposición ocupacional a xileno, Valencia estado Carabobo, Venezuela 2018. *Revista Cubana de Salud y Trabajo*, 20(3), 65–69.

<https://revsaludtrabajo.sld.cu/index.php/revsytr/article/view/97>

Congreso de Colombia. (2012). Ley 1562 de 2012. *Diario Oficial* 48488.

<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=48376>

CONSULTORSALUD SAS. (2015, octubre 20). Guías de atención en seguridad y salud en el trabajo actualizadas.

<https://consultorsalud.com/guias-de-atencion-en-seguridad-y-salud-en-el-trabajo-actualizadas/>

Dick, F. D. (2006). Solvent neurotoxicity. *Occupational and Environmental Medicine*, 63(3), 221–179. <https://doi.org/10.1136/oem.2005.022400>

Escolar Quereda, P. (2019). Estudio de la exposición a xileno en el laboratorio de anatomía patológica de un hospital público de la Región de Murcia [Trabajo de fin de Máster, Universidad Miguel Hernández]. Repositorio Institucional Universidad Miguel Hernández.

- Fay, M., Risher, J. F., Wilson, J. D., Fransen, M., Plewak, D., & Ingerman, L. (2007). Toxicological profile for Xylene. Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR), U.S. Department of Health and Human Services. <https://comptox.epa.gov/dashboard>
- Flórez, A. A., Castro, C. A., Andrade, R. S., & Monroy, Y. A. (2020). Conocimiento sobre la citohistotecnología en una institución prestadora de servicios de salud IV. Revista Repertorio de Medicina y Cirugía, 29(3), 203–207. <https://doi.org/10.31260/RepertMedCir.01217273.927>
- Fustinoni, S., Campo, L., Spinazzè, A., Cribiù, F. M., Chiappa, L., Sapino, A., Mercadante, R., Olgiati, L., Boniardi, L., Cavallo, D. M., Riboldi, L., Ferrero, S., & Boggio, F. (2021). Exposición y gestión del riesgo para la salud por el uso de formaldehído y xileno en un gran laboratorio de patología. Annals of Work Exposures and Health, 65(7), 805–818. <https://doi.org/10.1093/annweh/wxaa141>
- FUCS. (2023). Fundación Universitaria de Ciencias de la Salud. https://www.fucsalud.edu.co/pregrado/carreras_tecnologicas/citohistologia
- García del Moral, R. (1993). Métodos y técnicas de inclusión. En Laboratorio de Anatomía Patológica (1ra ed. pp. 68-69).
- Haz-Map. (2019). M-Xylene. Hazardous Agents. [https://haz-map.com/Agents/15725?referer=Search&referer_data\[s\]=xylo](https://haz-map.com/Agents/15725?referer=Search&referer_data[s]=xylo)
- Haz-Map. (2023). Isopropyl alcohol. Hazardous Agents. <https://haz-map.com/Agents/533>
- IARC Working Group on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans (2006). Formaldehyde, 2-butoxyethanol and 1-tert-butoxypropan-2-ol. IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans, 88, 1–478.

ILO. (2021). Exposure to hazardous chemicals at work and resulting health impacts: A global review.

<https://www.ilo.org/publications/exposure-hazardous-chemicals-work-and-resulting-health-impacts-global>

International Agency for Research on Cancer (IARC). (1999). Xylenes (Group 3) [IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, Vol. 71]. International Agency for Research on Cancer. <https://monographs.iarc.fr/wp-content/uploads/2018/06/mono71.pdf>

Kandyala, R., Raghavendra, S. P. C., & Rajasekharan, S. T. (2010). Xylene: An overview of its health hazards and preventive measures. Journal of Oral and Maxillofacial Pathology, 14(1), 1–5. <https://doi.org/10.4103/0973-029X.64299>

Manahan, S. E. (2003). Toxicological chemistry and biochemistry (3rd ed.). CRC Press.

Ministerio de la Protección Social. (2007). Guía de atención integral de salud ocupacional para Trabajadores Expuestos a Benceno y sus derivados (GATISO-BTX-EB). <https://www.fondoriesgoslaborales.gov.co/documents/publicaciones/guias/Gatiso-Benceno-Derivados.pdf>

Ministerio de Salud y Protección Social. (2013). Guía de atención integral de salud ocupacional basada en la evidencia para asma ocupacional (GATISO-ASMA). <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/gatiso-asma.pdf>

Ministerio de Salud y Protección Social. (2019). Guía de atención integral basada en la evidencia para hipoacusia neurosensorial inducida por ruido en el lugar de trabajo (GATI-HNIR). <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/guia-atencion-integral-hipoacusia.pdf>

Ministerio de Trabajo. (2015). Guía de atención integral de Seguridad y Salud en el Trabajo para trabajadores expuestos a benceno y sus derivados: Recomendaciones.

<https://www.mintrabajo.gov.co/documents/20147/59676/Recomendaciones+bencenos.pdf/20cf5026-4177-c06d-7f13-8c1622b92531>

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2017). Guía de comunicación de peligros basada en los criterios del Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de Productos Químicos – SGA.

<https://quimicos.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/06/5.-Guia-de-comunicacion-de-peligros-segun-el-SGA-2017.pdf>

Moya-Salazar, J., & Rojas-Zumaran, V. (2018). Análisis de la problemática del xileno en los laboratorios sudamericanos de citología. Revista Latinoamericana de Patología Clínica.

Recuperado de <https://www.medigraphic.com/pdfs/patol/pt-2018/pt183c.pdf>

Moya-Salazar, J., Salazar-Hernández, R., Rojas-Zumaran, V., Cruz-Gonzales, G., & Contreras-Pulache, H. (2021). Cost and pollution by the use of xylene in cervical cytology in four Peruvian hospitals. F1000Research, 10, 848. <https://doi.org/10.12688/f1000research.52769.2>

National Toxicology Program (NTP). (2011). *Report on carcinogens: Formaldehyde*. United States Department of Health and Human Services.

<https://ntp.niehs.nih.gov/ntp/roc/content/profiles/formaldehyde.pdf>

Niaz, K., Bahadar, H., Maqbool, F., & Abdollahi, M. (2015). A review of environmental and occupational exposure to xylene and its health concerns. Experimental and Clinical Sciences, 14, 1167–1186. <http://dx.doi.org/10.17179/excli2015-623>

NIOSH. (2003). NIOSH manual of analytical methods: Methods numerical listing 8001–9999: Hippuric and methyl hippuric acids in urine (Method No. 8301). U.S. Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention.

<http://niosh.dnaci.hhs.gov/nioshdb/nmam/pdfs/8301.pdf>

Palma, M., Briceño, L., Idrovo, A., & Verona, M. (2015). Evaluación de la exposición a solventes orgánicos en pintores de carros de la ciudad de Bogotá. *Biomédica*, 35(2), 66–76.

Papadopoli, R., Nobile, C. G. A., Trovato, A., & et al. (2020). Chemical risk and safety awareness, perception, and practices among research laboratories workers in Italy. *Journal of Occupational Medicine and Toxicology*, 15, 17. <https://doi.org/10.1186/s12995-020-00268-x>

Poblete-Naredo, I., & Albores, A. (2016). Biomarcadores moleculares para evaluar el riesgo para la salud debido a la exposición a contaminantes ambientales. *Biomédica*, 36(2), 309–335. <https://doi.org/10.7705/biomedica.v36i3.2998>

Rajan, S. T., & Malathi, N. (2014). Health hazards of xylene: A literature review. *Journal of Clinical and Diagnostic Research*, 8(2), 271–274. <https://doi.org/10.7860/JCDR/2014/7544.4079>

Robla Santos, D. (2008). Evaluación de riesgos ergonómicos de la tarea de corte con microtomo en un laboratorio de anatomía patológica.

Rolls, G., & Sampias, C. (s. f.). Descripción general de la tinción con H & E: Una guía de mejores prácticas. Leica

Biosystems. <https://www.leicabiosystems.com/es/knowledge-pathway/he-staining-overview-a-guide-to-best-practices/>

Rolls, G. (s. f.). Fijación y fijadores (2): Factores que influyen en la fijación química, el formaldehído y el glutaraldehído. Leica Biosystems.

<https://www.leicabiosystems.com/es/knowledge-pathway/fixation-and-fixatives-2/>

Sigma-Aldrich. (2023). Ficha de datos de seguridad: Etanol.

<https://www.sigmaaldrich.com/CO/es/sds/sial/493538>

Sigma-Aldrich. (2025). Ficha de datos de seguridad: Xileno mezcla de isómeros (Versión 9.9).

Sigma-Aldrich Inc.

<https://www.sigmaaldrich.com/CO/es/sds/sigald/534056?userType=anonymous>

Susitaival, P., Flyvholm, M. A., Meding, B., Kanerva, L., Lindberg, M., Svensson, A., & Olafsson, J. H. (2003). Nordic Occupational Skin Questionnaire (NOSQ-2002): a new tool for surveying occupational skin diseases and exposure. *Contact dermatitis*, 49(2), 70–76.

<https://doi.org/10.1111/j.0105-1873.2003.00159.x>

Zambrano, M y López, K. (2019). Toxicología para administradores en seguridad y salud en el trabajo. Bogotá: Editorial Neogranadina.

Anexos

Anexo A. Encuesta sobre Conocimiento, Percepción del Riesgo y Prácticas de Seguridad en el Manejo de Xileno en Citohistotecnólogos

1. Características demográficas, laborales y del estado de salud de los encuestados

1.1. ¿Cuál es su rango de edad?

- A. < 30 años
- B. 31-50 años
- C. >40

1.2 Indique el género con el cual se identifica

- A. Masculino
- B. Femenino

1.3. ¿Ejerce actualmente como Tecnólogo en Citohistotecnología en Colombia?

- A. Si
- B. No

1.4. Número de meses trabajando en el laboratorio atendido

- A. <12
- B. 24-48
- C. 49-120
- D. >120

1.5. ¿En qué tipo de institución trabaja ?

- A. Entidad pública
- B. Entidad privada

1.6. ¿Cuál es su nivel educativo más alto alcanzado?

- A. Tecnólogo
- B. Pregrado
- C. Especialización
- D. Maestría o doctorado

1.7. ¿En qué municipio de Colombia trabaja actualmente?

Bogotá

Medellín

Cali

Cartagena

Bucaramanga

Barranquilla

Ibagué

Pasto

Otro ¿Cuál?

1.6. ¿En promedio de horas cuál es la duración de su jornada laboral diaria?

- A. ≤ 4 horas.
- B. 4-10
- C. >10

1.7 ¿Considera que tiene alguno de los siguientes factores de riesgo?

- A. Consumo de alcohol varias veces a la semana
- B. Consumo de cigarrillo varias veces a la semana (Fumador actual)
- C. Obesidad
- D. Sobrepeso
- E. No, no tengo ninguno de los factores de riesgo mencionados. (Nunca Fume)

1.8. ¿Le han realizado alguno de los siguientes exámenes médicos ocupacionales? (Selección Múltiple)

- A. Examen médico ocupacional de ingreso.
- B. Examen médico ocupacional periódico en el último año.
- C. Examen médico ocupacional de egreso o retiro.
- D. Pruebas de orina y/ o sangre.
- E. No, no me han realizado ninguno de los exámenes mencionados.

2. Conocimiento de los encuestados sobre los peligros químicos

2.1. ¿Dentro de las tareas y/o procesos en su lugar de trabajo que tan expuesto considera que está al xileno?

- A. Muy Expuesto
- B. Nada expuesto

2.2. ¿Cuál es el tiempo de exposición en horas en su área de trabajo al xileno, durante un día de carga laboral normal?

- A. <2
- B. 2 - 4
- C. 4 - 8
- D. >8

2.3. ¿Qué tan de acuerdo está con que posee el conocimiento necesario sobre los riesgos asociados con la exposición al xileno en su lugar de trabajo?

- A. Totalmente de acuerdo: Tengo mucho conocimiento.
- B. De acuerdo: Tengo algo de conocimiento.
- C. En desacuerdo: Tengo poco conocimiento.
- D. Totalmente en desacuerdo: No tengo conocimiento alguno.

2.4. ¿En su área de trabajo logra identificar el olor aromático del xileno?

- A. Si.
- B. No.

2.5. ¿Qué tan de acuerdo se encuentra o está familiarizado con la declaración H en las hojas de datos de seguridad que identifica los peligros relacionados con el uso de los productos químicos?

- A. Totalmente de acuerdo: Estoy muy familiarizado.
- B. De acuerdo: Estoy algo familiarizado.
- C. En desacuerdo: No estoy familiarizado.
- D. Totalmente en desacuerdo: No estoy nada familiarizado.

2.6. ¿Está informado acerca de la volatilidad y las condiciones de temperatura de trabajo del xileno en su entorno laboral?

- A. Sí.
- B. No.

2.7. Si pudiera describir la cantidad de xileno utilizado en las operaciones, tareas y procesos en su lugar de trabajo. ¿Cómo la describiría?

- A. Baja (Mililitros)
- B. Media (Litros)

- C. Grande (Metros cúbicos)
- D. No tengo conocimiento de la cantidad de xileno que se usa en mi lugar de trabajo.

2.8. ¿Qué tan de acuerdo está con que tiene conocimiento de los posibles riesgos para la salud relacionados con la exposición al xileno?

- A. Totalmente de acuerdo: Sí, puedo enumerar algunos.
- B. De acuerdo: Sí, pero creo que no son importantes.
- C. En desacuerdo: No, no estoy seguro.
- D. Totalmente en desacuerdo: No, nunca he considerado esa información.

2.9. ¿Qué tan de acuerdo está con que ha experimentado síntomas relacionados con la exposición al xileno en su trabajo?

- A. Totalmente de acuerdo: Sí, en varias ocasiones.
- B. De acuerdo: Sí, en una ocasión.
- C. En desacuerdo: : No estoy seguro si los síntomas que he experimentado están relacionados con la exposición al xileno
- D. Totalmente en desacuerdo: No, Nunca

2.9.¿Qué tan de acuerdo está con que conoce los signos y síntomas que indican intoxicación por exposición al xileno?

- A. Totalmente de acuerdo: Sí, puedo identificarlos fácilmente.
- B. De acuerdo: Sí, pero no estoy seguro de todos los síntomas.
- C. En desacuerdo: No, pero me gustaría aprender más al respecto.
- D. Totalmente en desacuerdo: No, no tengo idea.

2.10. ¿Ha presentado alguno de estos síntomas en el último año? (Selección múltiple)

- A. Cefaleas
- B. Fatiga
- C. Somnolencia diurna
- D. Insomnio nocturno
- E. Conjuntivitis
- F. Resecamiento de la mucosa nasal, garganta o piel.
- G. Pérdida de la memoria
- H. Falta de concentración
- I. Debilidad
- J. Vértigo
- K. Náuseas
- L. Caída involuntaria de objetos de las manos

- M. Pérdida de la sensibilidad de las manos o pies
- N. Sensación de entumecimiento de brazos o piernas
- O. Sensación de estar ebrio sin haber bebido alcohol
- P. Dificultad para controlar el movimiento de las manos
- Q. Cambios bruscos de humor
- R. Presión sobre el pecho
- S. Sensación de caerse al estar de pie o caminando
- T. Aumento del peso corporal

2.11 ¿Qué tan de acuerdo está con que la exposición al xileno puede afectar su salud a largo plazo?

- A. Totalmente de acuerdo: Sí, estoy preocupado por los efectos a largo plazo.
- B. De acuerdo: Sí, pero no creo que sea una preocupación importante.
- C. En desacuerdo: No, no creo que tenga efectos a largo plazo.
- D. Totalmente en desacuerdo: No, nunca he considerado esa posibilidad.

2.12. ¿Ha comunicado al empleador, a la ARL (Administradora de riesgos laborales) o a un médico ocupacional acerca de cualquier síntoma asociado con la exposición al xileno recientemente?

- A. Sí.
- B. No.
- C. No, no recuerdo haberlo informado.

3. Determinantes del conocimiento y la práctica laboral en relación con el xileno en los laboratorios de patología.

3.1. ¿Ha recibido algún tipo de formación específica sobre seguridad y salud en el trabajo, impartida por su empleador o ARL?

- A. Sí.
- B. No.

3.2. Si su respuesta fue Sí, Indiqué el número aproximado de horas de duración para la última formación específica que haya recibido.

- A. 1 a 2 horas
- B. 2 a 3 horas
- C. Más de 4 horas
- D. No recuerdo el número de horas

3.3. ¿Qué tan de acuerdo está con haber recibido capacitación específica sobre la prevención de riesgos químicos en su lugar de trabajo que incluya el manejo seguro del xileno?

- A. Totalmente de acuerdo: Recibí capacitación específica en manejo seguro del xileno
- B. En desacuerdo: Recibí capacitación en riesgo químico, pero no específica en xileno
- C. Totalmente en desacuerdo: No recibí capacitación específica en riesgos químicos o xileno

3.4. ¿Qué tan de acuerdo considera estar familiarizado con la Guía de atención integral de salud ocupacional para Trabajadores Expuestos a Benceno y sus derivados (GATISST BTX-EB) y su aplicación en entornos laborales?

- A. Totalmente de acuerdo: Sí, completamente familiarizado
- B. De acuerdo; Sí, estoy un poco familiarizado
- C. En desacuerdo: No, no estoy seguro de estar familiarizado
- D. Totalmente en desacuerdo : No, no estoy nada familiarizado

3.5. ¿Está de acuerdo con que ha recibido formación adecuada en el manejo seguro de productos químicos como el xileno?

- A. Totalmente de acuerdo: He recibido formación detallada.
- B. De acuerdo: He recibido algo de formación.
- C. En desacuerdo: No he recibido ninguna formación.
- D. Totalmente en desacuerdo: No he recibido formación, pero me gustaría recibir instrucciones.

3.6. ¿Qué tan de acuerdo está con que ha recibido una formación adecuada en gestión de accidentes y primeros auxilios en caso de un derrame de xileno?

- A. Totalmente de acuerdo: Estoy completamente informado sobre los procedimientos de emergencia.
- B. De acuerdo: Tengo alguna idea de los procedimientos.
- C. En desacuerdo: No estoy familiarizado con los procedimientos de emergencia.
- D. Totalmente en desacuerdo: No estoy familiarizado, pero me gustaría recibir entrenamiento sobre este tema.

3.7. ¿Sabe cómo se realiza el monitoreo biológico para detectar la exposición al xileno?

- A. Sí, estoy familiarizado con el proceso.
- B. Sí, pero no estoy seguro de los detalles.
- C. No, no tengo idea de cómo se hace.

3.8. ¿Tiene conocimiento del papel del ácido metilhipúrico en orina como prueba para monitoreo biológico de exposición al xileno?

- A. Si.

B. No.

4. Actitudes de los encuestados hacia el uso de productos químicos peligrosos

4.1. ¿Qué medidas de seguridad utiliza actualmente para protegerse de la exposición al xileno en su trabajo? (Selección múltiple)

- A. Uso de elementos de protección personal (EPP) recomendados por la ficha de seguridad. (Guantes de caucho fluorado o caucho nitrilo de 0.04mm de grosor, máscara de protección gases y vapores filtro ABEK).
- B. Uso de elementos de protección personal (EPP) no basados en la recomendación de la ficha de seguridad. (Mascarilla tapabocas convencional, guantes de nitrilo 0.01 de grosor).
- C. Ventilación natural o asistida.
- D. Sistemas de extracción de aire.
- E. Ninguna de las anteriores.

4.2. ¿Cuál cree que es el método más efectivo para prevenir la exposición al xileno en el trabajo?

- A. Usar elementos de protección personal EPP recomendados por la ficha de seguridad.
- B. Implementar medidas de ventilación.
- C. Capacitar a los trabajadores sobre el manejo seguro del xileno.
- D. Todas las anteriores.

4.3. En su opinión, ¿Qué debe hacer el empleador para garantizar la protección contra la exposición al xileno en su lugar de trabajo?

- A. Proporcionar equipos de protección adecuados.
- B. Capacitar a los trabajadores sobre los riesgos y medidas preventivas.
- C. Implementar medidas de control ambiental.
- D. Todas las anteriores.

4.4. ¿Qué tan de acuerdo está con que las medidas de seguridad en su lugar de trabajo protegen contra los efectos no deseados relacionados con la exposición a sustancias químicas?

- A. Totalmente de acuerdo: Sí, definitivamente protegen.
- B. De acuerdo: Sí, pero no estoy seguro si son las medidas necesarias
- C. En desacuerdo: No estoy seguro
- D. Totalmente en desacuerdo: No, creo que las medidas actuales no son suficientes.

Anexo B. Resultados de monitoreo biológico (ácido metilhipúrico en orina)

Examen	Resultado	Unidades	Valores de Referencia
ACIDO METILHIPÚRICO (Xileno) EN ORINA Metodo: Cromatografía Líquida de Alta Resolución/HPLC	0.31	g/g creati	
V. de Referencia: Al final de la jornada hasta 1.5 g/g de creatinina			

Examen	Resultado	Unidades	Valores de Referencia
ACIDO METILHIPÚRICO (Xileno) EN ORINA Metodo: Cromatografía Líquida de Alta Resolución/HPLC	0.37	g/g creati	
V. de Referencia: Al final de la jornada hasta 1.5 g/g de creatinina			