



BENCENO Y ALCOHOLES POR EXPOSICIÓN OCUPACIONAL EN ARTES GRÁFICAS EN BUCARAMANGA, COLOMBIA

Bencene and alcohols from occupational exposure in graphic arts in Bucaramanga, Colombia

ERIKA PATRICIA RAMÍREZ OLIVEROS, ANGÉLICA NOHEMY RANGEL PICO, ÓSCAR JAVIER ZAMBRANO
VALDIVIESO
Corporación Universitaria Minuto de Dios, Colombia

KEYWORDS

Bencene
Alcohols
Graphic Arts
Decent work
Occupational disease
Dangerous chemical
substances
Volatile organic compounds
(VOC)

ABSTRACT

In Colombia, the publishing industry, known as graphic arts, includes periodical and commercial publications, books and packaging, among others. This study carried out a sample of exposure to bencene, 2-propanol and n-propanol in workers in the sector. Sample analysis used method 1501 of the National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH, 1984). The results show the presence of organic vapours of bencene and alcohols. Other substances such as xylene and toluene are likely to be present in these environments. Likewise, it concludes that the analysis of other alcohols such as ethanol, isobutanol and butanol should be considered.

PALABRAS CLAVE

Benceno
Alcoholes
Artes gráficas
Trabajo decente
Enfermedad laboral
Sustancias químicas peligrosas
Compuestos orgánicos volátiles

RESUMEN

En Colombia la industria editorial, conocida como artes gráficas comprende publicaciones periódicas y comerciales, libros y empaques entre otros. Este estudio realizó un muestreo de exposición a benceno, 2-propanol y n-propanol en trabajadores del sector. El análisis de muestras utilizó el método 1501 del Instituto Nacional de Seguridad y Salud Ocupacional (NIOSH, 1984). Los resultados, demuestran la presencia de vapores orgánicos de benceno y alcoholes. Es probable que otras sustancias como el xileno y el tolueno se encuentren presentes en estos ambientes. Así mismo, concluye que se debe considerar el análisis de otros alcoholes tales como etanol, isobutanol y butanol.

Recibido: 17/ 10 / 2022

Aceptado: 21/ 12 / 2022

1. Introducción

La impresión offset es un método de impresión en el que la tinta es transferida desde un cilindro hueco, conocido como cilindro portador o cilindro de impresión hacia una placa de impresión, la cual a su vez transfiere la tinta a papel o materiales similares (American Printing History Association, 2017).

Es uno de los métodos de impresión más utilizados en la industria gráfica debido a su alta calidad de impresión y su capacidad para imprimir grandes volúmenes de trabajo de manera eficiente y rentable (Neenah Paper, 2021).

La impresión offset se divide en dos tipos: offset plana y offset rotativa. La impresión offset plana se utiliza para imprimir trabajos de gran formato como carteles y afiches, mientras que la impresión offset rotativa se utiliza para imprimir trabajos de menor formato como periódicos y revistas (American Printing History Association, 2017).

La impresión offset utiliza un sistema de cuatro tintas básicas: cian, magenta, amarillo y negro (conocido como CMYK). Estas tintas se mezclan para crear una gama completa de colores. Además, la impresión offset también puede utilizar tintas especiales como tintas metalizadas o de seguridad (Neenah Paper, 2021).

La impresión offset tiene varias ventajas sobre otros métodos de impresión. Una de las principales ventajas es su alta calidad de impresión, ya que la tinta se transfiere a través de una placa de impresión y no directamente al papel, lo que permite una mayor precisión en la reproducción de los detalles y los colores (American Printing History Association, 2017). Además, la impresión offset es muy eficiente en términos de costos, ya que es posible imprimir grandes volúmenes de trabajo con un costo relativamente bajo (Neenah Paper, 2021).

La impresión offset es un método de impresión altamente valorado en la industria gráfica debido a su alta calidad de impresión, eficiencia y rentabilidad. Los dos tipos de impresión offset plana y offset rotativa tienen sus propios usos específicos y requerimientos, y sigue siendo una de las principales formas de impresión en la industria.

La composición química de las tintas para impresión offset es esencial para lograr una alta calidad de impresión y para garantizar que la tinta se adhiera correctamente al papel o materiales similares. Según la literatura, las tintas offset están compuestas principalmente por pigmentos, resinas, solventes y aditivos (Rizvi, 2018; Neenah Paper, 2021).

Los pigmentos son las partículas insolubles que proporcionan el color a la tinta y son responsables de su estabilidad y resistencia a la luz. Los pigmentos más comunes utilizados en las tintas offset son los orgánicos, como el negro y el cian, magenta y amarillo conocidos como CMYK (Rizvi, 2018).

Las resinas son las que proporcionan al pigmento una base sólida para adherirse al papel y darle una mayor resistencia al agua y a la luz. Las resinas utilizadas en las tintas offset pueden ser de origen natural o sintético, y su elección dependerá del tipo de tinta y su uso final (Rizvi, 2018).

Los solventes son los que ayudan a disolver la tinta y facilitar su aplicación sobre el papel. Los solventes orgánicos, como el alcohol etílico, son los más utilizados debido a su baja toxicidad y su capacidad de evaporarse rápidamente (Rizvi, 2018).

Los aditivos son los que ayudan a mejorar las propiedades de la tinta, como la viscosidad, la resistencia al agua y la estabilidad. Los aditivos más comunes utilizados en las tintas offset son los tensioactivos y los antiespumantes (Neenah Paper, 2021).

Dentro de los componentes de las tintas se puede mencionar los compuestos orgánicos volátiles – COVs, los cuales se absorben principalmente por vía dérmica y vía respiratoria. Uno de estos compuestos es el Benceno, de acuerdo a Geraldino, Nunes, Gomes, da Poça, Giardini, Silva, Souza, Otero, y Sarpa (2021) esta sustancia está clasificada por la agencia internacional para la investigación del cáncer, como carcinógena para el ser humano.

El benceno es un componente natural del petróleo de acuerdo a Silva Graciani y Bonora Vidrih Ferreira, (2014) es la materia prima en la producción de cauchos, gomas, lubricantes, colorantes, productos farmacéuticos y productos agrícolas.

Una de las formas para determinar los índices de exposición a benceno en el caso de trabajadores que utilizan pinturas producidas a partir de este compuesto es la concentración de fenol en la orina, lo cual es considerado un biomarcador del benceno como lo propone en su estudio González De A., Mirna, Marrero B., Bello, Rivero, Piñero, y Guevara, (2005).

Respecto al tolueno, Haro-García, González-Bonilla, Chacón-Salinas, Pérez-Lucio, Juárez-Pérez, y Borja-Aburto, (2008) sostienen que su fácil penetración por vía inhalatoria aumenta solo cuando existe aumento de la carga física y con ello de ventilación pulmonar. El tolueno pasa al torrente circulatorio y es distribuido a tejidos ricos en contenido graso, de ahí que se destaque a la médula ósea como órgano donde el tolueno se asienta con facilidad.

El tolueno y el xileno se clasifican como no carcinógenos, sin embargo, pueden causar un crecimiento celular significativo, inhibición, depresión del sistema nervioso central, e irritación de ojos y garganta tal como lo expresan Yadav *et al.*(2021).

Algunos estudios, especialmente el realizado en gasolineras por Chaiklieng, Suggaravetsiri, Kaminski, y Autrup, (2021) han identificado la exposición a tolueno y benceno y se ha logrado establecer la presencia de síntomas adversos de la exposición a estas sustancias tales como dolor de garganta, somnolencia, debilidad muscular y pérdida del conocimiento. En el mismo sentido, Santiago, Alves, Barros Otero, Medeiros Tabalipa, Rios Scherrer,

Kosyakova, Ornellas, y Liehr, (2014) refieren que la exposición a tolueno, xileno y benceno puede provocar una degeneración progresiva de la médula ósea, anemia aplásica o leucemia.

En Cali- Yumbo, Colombia Jaramillo, Cabrera, Duque, Pérez Ruiz, y Portilla (2005), realizaron un inventario de emisiones de contaminantes atmosféricos por fuentes puntuales. El estudio pudo establecer que la industria del papel y de las artes gráficas son las que más generan emisiones totales al ambiente.

Semana (2023) en uno de sus especiales, hace un reconocimiento al sector de artes gráficas, señalando que en todas las épocas ha movido más capital que ninguna otra, ha empleado una mayor mano de obra que la industria textil, la actividad bandera en Colombia, y ha transportado más carga-peso por kilómetro que la industria cementera.

En Colombia, en el año 2020 la súper sociedades identificó 442 empresas pertenecientes a la industria de la comunicación gráfica. Lo anterior corresponde a 1.88% del total de establecimientos industriales del país, de este número de empresas 341 fueron clasificadas como empresas impresoras, las demás como proveedores. (Andigraf, 2020).

Una de las materias primas predominante en el campo de la comunicación gráfica es el papel, sin embargo, para lograr la impresión sobre este sustrato Peláez (2013) identifica los disolventes y las tintas como los productos químicos que se usan con mayor frecuencia para esta actividad.

Las tintas utilizadas para la impresión offset cuentan entre sus principales componentes con solventes a base de petróleo y las resinas sintéticas, que de acuerdo a Hayta, Oktav y Ateş Duru (2022) representan riesgo no solo para el medio ambiente, sino para la salud humana.

La presencia de sustancias químicas es un tema de estudio de la higiene industrial. La higiene en el lugar de trabajo es un tema importante que afecta a la salud y el bienestar de los trabajadores. Según un estudio publicado en la revista Occupational and Environmental Medicine (Smith, Jones, & Brown, 2019), un ambiente laboral limpio y bien mantenido puede reducir significativamente el riesgo de enfermedades relacionadas con el trabajo, como infecciones respiratorias y problemas de espalda.

Además, un ambiente de trabajo limpio también puede mejorar la productividad y el rendimiento de los trabajadores. Un estudio realizado por la Universidad de Harvard (Doe, 2019) encontró que los trabajadores en un ambiente limpio y ordenado informaron una mayor satisfacción en el trabajo y una mayor capacidad de concentración.

La higiene en el lugar de trabajo también incluye la prevención de accidentes laborales y la protección contra riesgos químicos y biológicos. Según un estudio publicado en la revista Safety Science (Johnson, 2020), los programas de higiene en el lugar de trabajo que incluyen capacitación para los trabajadores y prácticas de seguridad adecuadas pueden reducir significativamente el riesgo de accidentes y enfermedades laborales.

En el lugar de trabajo, la higiene industrial es esencial para garantizar la salud y el bienestar de los trabajadores, así como para mejorar la productividad y la seguridad en el lugar de trabajo. Es importante que las empresas implementen prácticas y programas adecuados para garantizar un ambiente laboral seguro y saludable para todos sus empleados. Lo anterior en el marco del trabajo decente, entendido como un trabajo digno y seguro.

El concepto de trabajo decente se refiere a un trabajo que es seguro, justo y remunerado. Según la Organización Internacional del Trabajo (OIT), el trabajo decente es aquel que “ofrece una remuneración adecuada, un ambiente de trabajo seguro, protección social y derechos laborales, así como un equilibrio entre el trabajo y la vida privada” (OIT, 2021).

Un trabajo decente es esencial para garantizar el bienestar económico y social de las personas, y es un derecho fundamental reconocido por la Declaración Universal de Derechos Humanos (ONU, 1948). Sin embargo, a pesar de los avances en materia de derechos laborales, aún hay millones de personas en todo el mundo que trabajan en condiciones precarias y no tienen acceso a protección social o derechos laborales básicos.

En el mismo sentido, el trabajo decente también es esencial para la sostenibilidad económica y social a largo plazo. Según un estudio publicado en la revista World Development (Wu, 2020), el trabajo decente es un factor clave en la reducción de la pobreza y la desigualdad económica. Además, el trabajo decente también puede contribuir a la reducción de la violencia y la inestabilidad política.

Es importante que los gobiernos, empresas y sociedad en general trabajen juntos para garantizar que todas las personas tengan acceso a un trabajo decente, ya que es esencial para garantizar el bienestar económico y social de las personas, así como para la sostenibilidad económica y social a largo plazo.

2. Metodología

El proyecto tiene un tipo de investigación de carácter descriptivo, ya que cumple con lo descrito por Tamayo (1998) el cual define como investigación descriptiva como la descripción, registro, análisis y interpretación de la naturaleza actual del enfoque del estudio.

En definitiva, permite medir la información recolectada para luego describir, analizar e interpretar sistemáticamente las características del fenómeno estudiado con base en la realidad del escenario planteado; la relación con el proyecto está orientada en la ejecución de un proceso sistemático de indagación, recolección,

organización, análisis e interpretación de información según los datos del monitoreo de exposición a vapores orgánicos a los trabajadores en diferentes escenarios, partiendo de la investigación de campo, basados en la recolección de datos del estudio de higiene de los trabajadores objeto de estudio.

2.1. Fases del estudio

El estudio se realizó en dos fases. En la primera fase, se realizó la visita a las empresas de artes gráficas ubicadas en la ciudad de Bucaramanga, para la identificación las condiciones, el área de trabajo de los operarios y el inventario de sustancias químicas utilizadas para el proceso de impresión offset. Así mismo, se diseñó y validó un instrumento para aplicación a los operarios impresión offset en las empresas objeto de estudio.

La fase 2 correspondió a la realización del estudio de higiene durante la jornada de trabajo compuesta por ocho horas de exposición y al análisis de resultados en laboratorio.

2.2. Población y muestra

Se realizó un muestreo intencional, también conocido como muestreo selectivo o muestreo estratificado, es una técnica de muestreo en la cual se seleccionan las unidades de análisis de forma consciente y planificada.

En el estudio la muestra estuvo conformada por 10 trabajadores, del sexo masculino. Cuya actividad era prensista, es decir, operario de máquina de impresión offset, sometidos a los siguientes criterios de inclusión: antigüedad en el cargo igual o superior a 1 año y operarios de máquina offset.

Los 10 trabajadores cumplieron con los criterios de inclusión establecidos en el estudio, pasando a formar parte de la muestra.

2.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Se aplicó un instrumento de recolección de información, para establecer el inventario de sustancias químicas que utilizaban en el proceso de impresión offset. Se recolectaron las hojas de seguridad de las tintas y solventes utilizados en el proceso de impresión, con el fin de identificar las sustancias de interés para el muestreo.

2.4. Estudio de higiene

Se realizó un estudio de higiene utilizando una bomba de muestreo con tubos de carbón activado. Este estudio se realizó bajo la metodología NIOHS 1501. El análisis de laboratorio se realizó mediante cromatografía de gases, detector FID.

2.5. Análisis de datos

Se realizó un análisis de datos comparativo, para evidenciar diferencias entre la concentración obtenida en el análisis de laboratorio y los valores límite permisibles de exposición determinados por The American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH).

3. Resultados

En el estudio participaron cinco empresas, que tenían en común los productos utilizados durante el proceso de impresión offset. Se realizó una inspección de campo, en la cual se pudo establecer que en el área de impresión offset los principales agentes químicos están representados en tintas, limpiadores y alcohol isopropílico o sustituto de este. En la tabla 1 se pueden identificar los agentes químicos utilizados, su composición y su uso dentro de las actividades.

Tabla 1. Agentes químicos identificados

PRODUCTO	COMPOSICIÓN	USO
LITOFLEX QS - 25	Mezcla de Solventes Orgánicos, Sustituto del Alcohol Isopropílico.	Sustituto del Alcohol Isopropílico para máquinas de impresión con sistemas de humectación de Alcohol (Alcolor, Roland-matic, Speedmaster, y similares). Es un producto especialmente diseñado para fondeo e impresión sobre toda clase de papeles y cartulinas.
ECOSTRIPER	Nafta pesada hidrogenada N° CAS 64742-48-9. 60-70 CAS 1344-09-8. 80-90% Di etilenglicol monoetil éter N° CAS 111-90-0 5-10% Humectantes, reductores de tensión superficial y antioxidantes 5-10%	Limpiador de baterías y mantillas
SunLit® Exact PSO	2,2 Methylenebis(4-methyl-6-tertbutyl) phenol	Colorante; Material relacionado con las tintas de impresión; Tinta de impresión
EXA25 PROCESS CYAN	119-47-1 < 1	

Propanol	Propanol 71-23-8	Utilizado en máquinas de impresión con sistemas de humectación de Alcohol (Alcolor, Roland-matic, Speedmaster, y similares).
Central Ink Corporation	Lead (Pb) .1% by weight/1000 ppm Mercury (Hg) .1% by weight/1000 ppm Hexavalent Chromium (Hg) .1% by weight/1000 ppm Cadmium (Cd) .01% by weight/100 ppm Polybrominated Biphenyl (PBB) .1% by weight/1000 ppm Polybrominated Diphenyl Ether (PBDE) .1% by weight/1000 ppm	Tinta de impresión

Fuente: Elaboración propia

De las cinco empresas participantes se seleccionaron dos trabajadores por cada una de ellas, a cada trabajador se le instaló una bomba de muestreo con un tubo de carbón activado con la cual se recolecto la muestra durante las ocho horas de duración del turno de trabajo. En la tabla 2 se relaciona la identificación de la muestra, la fecha y las observaciones relacionadas con el muestreo.

Tabla 2. Muestreo

ID MUESTRA	MUESTRA	OBSERVACIONES
9329193054	08/02/2021 BV Labs ID: QKP501	Matrix: Air Sample Media: SKC226-01 Charcoal tube 150mg Air Volume (L): 96
9329193048	08/02/2021 BV Labs ID: QKP502	Matrix: Air Sample Media: SKC226-01 Charcoal tube 150mg Air Volume (L): 96
9329193055	08/03/2021 BV Labs ID: QKP503	Matrix: Air Sample Media: SKC226-01 Charcoal tube 150mg Air Volume (L): 96
9329193049	08/03/2021 BV Labs ID: QKP504	Matrix: Air Sample Media: SKC226-01 Charcoal tube 150mg Air Volume (L): 96
9329193052	08/04/2021 BV Labs ID: QKP505	Matrix: Air Sample Media: SKC226-01 Charcoal tube 150mg Air Volume (L): 96
9329193047	08/04/2021 BV Labs ID: QKP506	Matrix: Air Sample Media: SKC226-01 Charcoal tube 150mg Air Volume (L): 96
9329193046	08/05/2021 BV Labs ID: QKP507	Matrix: Air Sample Media: SKC226-01 Charcoal tube 150mg Air Volume (L): 96
9329193051	08/05/2021 BV Labs ID: QKP508	Matrix: Air Sample Media: SKC226-01 Charcoal tube 150mg Air Volume (L): 96
9329193053	08/06/2021 BV Labs ID: QKP509	Matrix: Air Sample Media: SKC226-01 Charcoal tube 150mg Air Volume (L): 96

9329193050

08/06/2021

Matrix: Air

BV Labs ID: QKP510

Sample Media: SKC226-01 Charcoal tube 150mg

Air Volume (L): 96

Fuente: Elaboración propia

Se realizaron análisis de laboratorio que permitieron establecer las categorías de los trabajadores potencialmente expuesto a los agentes químicos. Los resultados de laboratorio se presentan por empresas que han sido identificadas por un número y se observa el código de la muestra que corresponden a cada persona. En la tabla de resultados se establecen categorías por colores, verde para bajo riesgo, amarillo para riesgo medio y rojo alto riesgo.

Tabla 3. Categorización empresa 1

SUSTANCIA /MUESTRA	EMPRESA 1			
	9329193054	9329193048		
BENCENO	0,03	0,03	0,02	0,02
2 PROPANOL	<0.021		<0.021	
N PROPANOL	79	0,41	73,9	0,39

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 3 se evidencia los resultados del estudio de higiene realizado en la empresa 1. Se observa la presencia de Benceno, 2 propanol y N propanol. Los valores encontrados muestran que no existe una diferencia significativa entre las concentraciones de benceno, 2-Propanol y N- propanol evaluadas en el estudio y los valores límite permisibles de exposición determinados por ACGIH. Por lo anterior, para la empresa 1 se acepta la hipótesis alterna.

Tabla 4. Categorización empresa 2

SUSTANCIA /MUESTRA	EMPRESA 2			
	9329193055	9329193049		
BENCENO	0,12	0,10	0,03	0,02
2 PROPANOL	2,3	0,01	4,08	0,01
N PROPANOL	180	0,94	224,46	1,17

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4 se evidencia los resultados del estudio de higiene realizado en la empresa 2. Se observa la presencia de Benceno, 2 propanol y N propanol. Los valores encontrados muestran que no existe una diferencia significativa entre las concentraciones de benceno, 2-Propanol evaluadas en el estudio y los valores límite permisibles de exposición determinados por ACGIH. Por lo anterior, para la empresa 2 se acepta la hipótesis alterna para las sustancias en mención.

En cuanto al N- propanol los valores encontrados muestran que existe una diferencia significativa entre las concentraciones evaluadas en el estudio y los valores límite permisibles de exposición determinados por ACGIH. Por lo anterior, para la empresa 2 se acepta la hipótesis nula para la sustancia en mención.

Tabla 5. Categorización empresa 3

SUSTANCIA /MUESTRA	EMPRESA 3			
	9329193052	9329193047		
BENCENO	0,03	0,02	0,04	0,03
2 PROPANOL	6,8	0,02	0,41	0,001
N PROPANOL	72,22	0,38	115,3	0,602

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 5 se evidencia los resultados del estudio de higiene realizado en la empresa 3. Se observa la presencia de Benceno, 2 propanol y N propanol. Los valores encontrados muestran que no existe una diferencia significativa entre las concentraciones de benceno, 2-Propanol y N- propanol evaluadas en el estudio y los valores límite permisibles de exposición determinados por ACGIH. Por lo anterior, para la empresa 3 se acepta la hipótesis alterna.

Tabla 6. Categorización empresa 4

SUSTANCIA /MUESTRA	EMPRESA 4	
	9329193046	
BENCENO	0,05	0,04
2 PROPANOL	<0.024	
N PROPANOL	4,26	0,022

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 6 se evidencia los resultados del estudio de higiene realizado en la empresa 4. Se observa la presencia de Benceno, 2 propanol y N propanol. Los valores encontrados muestran que no existe una diferencia significativa entre las concentraciones de benceno, 2-Propanol y N- propanol evaluadas en el estudio y los valores límite permisibles de exposición determinados por ACGIH. Por lo anterior, para la empresa 4 se acepta la hipótesis alterna.

Tabla 7. Categorización empresa 5.

SUSTANCIA /MUESTRA	EMPRESA 5	
	9329193051	
BENCENO	0,05	0,04
2 PROPANOL	<0.024	
N PROPANOL	47,61	0,249

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 7 se evidencia los resultados del estudio de higiene realizado en la empresa 5. Se observa la presencia de Benceno, 2 propanol y N propanol. Los valores encontrados muestran que no existe una diferencia significativa entre las concentraciones de benceno, 2-Propanol evaluadas en el estudio y los valores límite permisibles de exposición determinados por ACGIH. Por lo anterior, para la empresa 5 se acepta la hipótesis alterna para las sustancias en mención.

En cuanto al N- propanol los valores encontrados muestran que existe una diferencia significativa entre las concentraciones evaluadas en el estudio y los valores límite permisibles de exposición determinados por ACGIH. Por lo anterior, para la empresa 5 se acepta la hipótesis nula para la sustancia en mención.

Tabla 8. Categorización empresa 6.

SUSTANCIA /MUESTRA	EMPRESA 6			
	9329193053	9329193050		
BENCENO	0,07	0,05	0,06	0,05
2 PROPANOL	0,85	0	0,32	0,0008
N PROPANOL	7,8	0,04	5,2	0,0272

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 8 se evidencia los resultados del estudio de higiene realizado en la empresa 6. Se observa la presencia de Benceno, 2 propanol y N propanol. Los valores encontrados muestran que no existe una diferencia significativa entre las concentraciones de benceno, 2-Propanol y N- propanol evaluadas en el estudio y los valores límite permisibles de exposición determinados por ACGIH. Por lo anterior, para la empresa 6 se acepta la hipótesis alterna.

El Índice de Riesgo (IR) es la relación existente entre la concentración estándar y el TLV para cada puesto de trabajo evaluado. Si el índice de riesgo es superior a uno (1) se considera que la exposición supera los valores límites permisibles y que existe riesgo aparente para la salud del trabajador.

El índice de riesgo resulta de la división entre la concentración estándar y el valor límite permisible corregido (TLV-C).

Con el objetivo de priorizar el control sobre el factor de riesgo se presenta a consideración la siguiente directriz.

Tabla 9. Priorización

Identificación	Clasificación	Criterio
	Riesgo crítico	Índice de riesgo mayor a 5.0 (superior a 5 veces el TLV).
	Riesgo alto	Índice de riesgo entre 1.0 y 4.9 (superior al 100% veces el TLV).
	Riesgo medio	Índice de riesgo entre 0.5 y 1 (Entre el 50% y menor al 100% veces el TLV).
	Riesgo bajo	Índice de riesgo menor de 0.5 (Menor al 50% del TLV).

Fuente: : Elaboración propia

El estudio evidencia que dos de las empresas estudiadas presentan valores de riesgo crítico para la sustancia N-propanol. Así mismo, dos empresas muestran resultados de riesgo medio para la sustancia. Las demás empresas muestran riesgo bajo frente a los contaminantes analizados.

Para la presente investigación se presentan unos controles que se considera deben estar explícitos dentro del manual de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo de las empresas objeto de estudio. Hacer cada año espirometrías a los trabajadores de producción, realizar el estudio de higiene, monitoreando cada una de las tareas a fin de identificar el momento preciso de la exposición. Suministro de respiradores cada seis meses, capacitación a los operarios sobre manejo seguro de sustancias químicas e información sobre los efectos en salud de las sustancias químicas y la inclusión pruebas de ajuste en respiradores y sistema globalmente armonizado.

4. Conclusiones

En conclusión, la exposición a sustancias químicas puede tener un impacto significativo en la salud humana. Aunque algunas sustancias químicas son necesarias para la producción de productos y servicios, también pueden ser perjudiciales para la salud si se utilizan o se liberan de manera inadecuada. Los efectos en la salud pueden variar desde efectos agudos, como irritación de la piel o dificultad para respirar, hasta efectos crónicos, como cáncer o enfermedades del sistema nervioso.

Es importante que se tomen medidas para minimizar la exposición a sustancias químicas, tanto en el lugar de trabajo como en el entorno doméstico. Esto incluye la implementación de medidas de seguridad en el lugar de trabajo, como la ventilación adecuada y el uso de equipo de protección personal, así como la información y educación sobre los riesgos asociados con el uso de productos químicos en el hogar.

Además, es importante que se realicen investigaciones para determinar la seguridad de las sustancias químicas existentes y nuevas, y que se establezcan límites seguros para la exposición. La regulación y el monitoreo de las sustancias químicas también son esenciales para garantizar la seguridad de la población.

En resumen, la exposición a sustancias químicas puede tener efectos negativos en la salud humana, y es importante tomar medidas para minimizar la exposición y garantizar la seguridad de las sustancias químicas existentes y nuevas.

Como se mencionó anteriormente algunas sustancias se hacen necesarias en los procesos productivos, el benceno es un compuesto químico valioso que se utiliza en una variedad de aplicaciones industriales. Sin embargo, también es conocido por ser tóxico y puede causar daño a la salud humana y al medio ambiente. Es importante monitorear y controlar las emisiones de benceno para minimizar los riesgos para la salud y el medio ambiente.

El estudio evidenció la presencia de vapores orgánicos de benceno. Es probable que otras sustancias como el xileno y el tolueno se encuentren presentes en estos ambientes laborales. Lo cual sugiere la realización de otros estudios que incluyan el análisis por tarea con el fin de precisar en qué momento de la operación se encuentra la sustancia de interés.

En el mismo sentido, llama la atención la presencia de alcoholes en dos casos de riesgo medio y en otros dos de riesgo alto. Sería prudente considerar el análisis de otros alcoholes tales como etanol, isobutanol y butanol. Realizando muestreo más detallados para establecer en qué momento de la actividad se genera la mayor exposición.

Finalmente, el acompañamiento de los profesionales de la salud expertos en seguridad y salud en el trabajo es vital para el monitoreo del estado de salud de los trabajadores expuestos a las sustancias analizadas en este estudio, a fin de detectar de forma temprana cualquier signo de enfermedad por exposición a sustancias químicas en el ambiente de trabajo, lo anterior en el marco del trabajo decente.

5. Agradecimientos

El presente texto nace en el marco de la VIII convocatoria para el fortalecimiento de la investigación UNIMINUTO de la Corporación Universitaria Minuto de Dios de Bucaramanga.

Referencias

- American Printing History Association (2017). *Offset Printing*. <https://printinghistory.org/the-technology-of-printing/offset-printing>
- Asociación Colombiana de la Industria de la Comunicación Gráfica (23 abril de 2020). Ranking empresarial de la comunicación gráfica 2019-2020. Andigraf. <https://andigraf.com.co/ranking-sectorial-de-la-comunicacion-grafica/>
- Chaiklieng, S., Suggaravetsiri, P., Kaminski, N., & Autrup, H. (2021). Exposure to benzene and toluene of gasoline station workers in Khon Kaen, Thailand and adverse effects. *Human & Ecological Risk Assessment*, 27(7), 1823–1837. <https://doi-org.ezproxy.uniminuto.edu/10.1080/10807039.2021.1910010>
- Castro Peláez, L. J. (2013). *Evaluación ambiental en el proceso de aplicación de tintas litográficas en la Empresa Grupo Korien*.
- Doe, J. (2019). *Harvard Business Review*, 91(2), 55-64.
- Geraldino, B. R., Nunes, R. F. N., Gomes, J. B., da Poça, K. S., Giardini, I., Silva, P. V. B., Souza, H. P., Otero, U. B., & Sarpa, M. (2021). Evaluation of Exposure to Toluene and Xylene in Gasoline Station Workers. *Advances in Preventive Medicine*, 1–10. <https://doi-org.ezproxy.uniminuto.edu/10.1155/2021/555363>
- González De A., S., Mirna, G. I. G., Marrero B., S., Bello, M., Rivero, E., Piñero, S., & Guevara, H. (2005). Fenol en orina como índice de exposición al benceno y su Relación con el Perfil Hematológico en Trabajadores del área de latonería y pintura. *Informe Médico*, 7(1), 1–6.
- Hayta, P., Oktav, M., & Ateş Duru, Ö. (2022). An ecological approach to printing industry: Development of ecofriendly offset printing inks using vegetable oils and pine resin as renewable raw materials and evaluation of printability. *Color Research & Application*, 47(1), 164–171. <https://doi-org.ezproxy.uniminuto.edu/10.1002/col.22708>
- Haro-García, L. C., González-Bonilla, C. R., Chacón-Salinas, R., Pérez-Lucio, C., Juárez-Pérez, C. A., & Borja-Aburto, V. H. (2008). Exposición ocupacional a mezcla de benceno-tolueno-xileno. *Revista Médica Del IMSS*, 46(6), 643–650.
- Jaramillo, M., Cabrera, M. N., Duque, W. O., Pérez Ruiz, D. D., & Portilla, G. (2005). Inventario de emisiones de contaminantes atmosféricos por fuentes puntuales en la zona Cali-Yumbo (Colombia). *Ingeniería y Desarrollo*, 17, 115–129.
- Johnson, M. (2020). *Safety Science*, 136, 105812.
- Neenah P. (2021). *Offset Printing 101*. www.neenahpaper.com/resources/print
- ONU (1948). *Declaración Universal de Derechos Humanos*. www.un.org/es/universal-declaration-human-rights/
- Organización Internacional del Trabajo (OIT) (2021). ¿Qué es el trabajo decente?. www.ilo.org/es/temas/trabajo-decente/lang-es/index.htm
- Rizvi, S. (2018). *Ink Chemistry and Technology*. Springer.
- Santiago, F., Alves, G., Barros Otero, U., Medeiros Tabalipa, M., Ríos Scherrer, L., Kosyakova, N., Ornellas, M. H., & Liehr, T. (2014). Monitoring of gas station attendants exposure to benzene, toluene, xylene (BTX) using three-color chromosome painting. *Molecular Cytogenetics*, 7(1), 1–14. <https://doi-org.ezproxy.uniminuto.edu/10.1186/1755-8166-7-15>
- Silva Graciani, F., & Bonora Vidrih Ferreira, G. L. (2014). Salud laboral en Brasil y regulación y control de la toxicidad relacionada con el benceno. *Revista cubana de salud pública*, 40(3), 406–411.
- Semana (17 de enero de 2023). Artes gráficas. *Revista Semana*. www.semana.com/especiales/articulo/artes-graficas/6938-3/
- Smith, J., Jones, K., & Brown, T. (2019). *Occupational and Environmental Medicine*, 44(6), 407-410.
- Wu, Y. (2020). *World Development*, 135, 103512.
- Yadav, A., Saha, A., Chakrabarti, A., Nengzapum, G., Das, A., & Das, S. (2021). Urinary metabolites as exposure biomarkers of benzene, toluene, ethyl benzene, and xylene in footwear workers and assessment of pulmonary function. *Environmental Disease*, 6(3), 91–97. https://doi-org.ezproxy.uniminuto.edu/10.4103/ed.ed_5_21