

Revisión sistemática de la literatura relacionada con benceno en Colombia, frente al alcance de la guía de atención integral de Salud Ocupacional (GATISO) y la guía de atención integral de seguridad y salud en el trabajo para trabajadores expuestos a benceno (GATISST) Versión 2015

Monografía

Maryury Stephany Diaz Saavedra ID 550931

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Opción de Grado

X Semestre

Aburrá Sur, 2020

REVISIÓN SISTEMÁTICA DE LA LITERATURA RELACIONADA CON BENCENO EN
COLOMBIA, FRENTE AL ALCANCE DE LA GUÍA DE ATENCIÓN INTEGRAL DE
SALUD OCUPACIONAL (GATISO) Y LA GUÍA DE ATENCIÓN INTEGRAL DE
SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO PARA TRABAJADORES EXPUESTOS A
BENCENO (GATISST) VERSIÓN 2015

Maryury Stephany Diaz Saavedra

CORPORACIÓN UNIVERSITARIA MINUTO DE DIOS

TABLA DE CONTENIDO

Agradecimientos	7
Resumen / Abstract	8
Introducción	10
1. Planteamiento del problema.	
Descripción del problema	14
Formulación del problema	16
2. Objetivos.	
Objetivo General ..	17
Objetivos Específicos	17
3. Justificación.	18
4. Marco Referencial.	19
4.1 Marco Conceptual.	19
4.1.1 Generalidades del Benceno	19
4.1.2 Características del Benceno	20
4.1.3 Fuentes Naturales del Benceno.	21
4.1 3.1 Fuentes Industriales del Benceno.	21
4.1.4 Efectos en la Salud	22
4.1.4.1 Vías de ingreso al organismo.	22
4.1.4.1.1 Ingestión	22
4.1.4.1.2 Inhalación.	23
4.1.4.1.3 Contacto directo en mucosas	23

4.1.5 Valores Límites Permisibles	23
4.2 Marco Contextual.	25
Antecedentes Internacionales y Nacionales	
4.3 Marco Legal.	29
5. Diseño Metodológico.	30
Instrumento de recolección de datos.	31
Metodología de los objetivos	32
Criterios y características de inclusión para el estudio	35
6. Resultados	36
7. Conclusiones	40
8. Recomendaciones	41
9. Referencias y anexos	44

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. <i>Porcentajes permisibles de exposición al benceno.</i>	24
Tabla 2. <i>Criterios de Inclusión y Exclusión.</i>	35
Tabla 3. <i>Resultados de búsqueda en base de datos</i>	37

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama de flujo para la selección de artículos.	32
Figura 2. Cronograma de actividades mensual	35

ANEXOS

Apéndice A: Investigaciones realizadas en Colombia50

Apéndice B: Estudios no publicados 51

AGRADECIMIENTOS

A la *Corporación Universitaria Minuto de Dios* por darme la oportunidad de ser parte de tan honorable comunidad y prestigiosa institución académica.

A la Ingeniera *Greiss Liseth Sarmiento Barrera* quien con sus conocimientos y apoyo me guio a través de cada una de las etapas de este proyecto para alcanzar los resultados que buscaba.

Al Psicólogo *Santiago Medina Mesa* por brindarme su apoyo, tiempo, confianza y formación para el logro de mis objetivos.

A mí, por tanta paciencia.

Gracias a todos los profesionales que han colaborado en el estudio, a pesar de sus prioridades laborales inmediatas.

Y a todos los que han estado a mi lado en este largo proceso.

RESUMEN: Los impactos ambientales y las condiciones de salud en las personas relacionadas con la explotación de petróleo al igual que sus derivados se ha visto comprometida a través del tiempo. Por este motivo, se buscó realizar una revisión sistemática de las investigaciones actuales sobre el benceno en Colombia cuyo propósito permita realizar un análisis del alcance de la Guía de Atención Integral de Salud Ocupacional Basada en la Evidencia para Trabajadores Expuestos a Benceno (GATISO) y su última actualización de la guía de atención integral de seguridad y salud en el trabajo (GATISST); frente a la manipulación, almacenamiento y transporte de benceno. **Objetivo,** contrastar el alcance de la Guía de Atención Integral de Salud Ocupacional Basada en la Evidencia para Trabajadores Expuestos a Benceno y sus derivados (GATISO) y su actualización más reciente GATISST con investigaciones del Benceno en Colombia. **Metodología,** el tipo de estudio realizado en de la siguiente investigación fue una revisión sistemática de la literatura, que buscaba sintetizar los resultados obtenidos de las investigaciones del benceno en Colombia durante el periodo 2014-2019 frente al alcance de la GATISO y su versión actualizada GATISST. **Resultados,** se resaltó las alteraciones cromosómicas que genera la exposición a benceno afectando los linfocitos de la sangre, la genotoxicidad, el daño citogenético, en especial al ADN y cromosomas; como también la pérdida del deseo sexual, pérdida de memoria, pérdida de fuerza en miembros superiores e inferiores, insomnio, cansancio y falta de coordinación motriz. **Conclusión,** la exposición a altas concentraciones de benceno pueden conllevar a los trabajadores daño en el sistema nervioso central, alteraciones en los códigos de ADN, médula ósea y deterioro del sistema inmunológico, no se encontró información directa de tiempo laboral con los daños por exposición.

PALABRAS CLAVES Benceno, Colombia, enfermedad laboral, Leucemia, tiempo de exposición.

ABSTRACT: The environmental impacts and health conditions in people related to the exploitation of oil as well as its derivatives have been compromised over time. For this reason, a systematic review of current research on benzene in Colombia is being sought, the purpose of which is to carry out an analysis of the scope of the Evidence-Based Comprehensive Occupational Health Care Guide for Workers Exposed to Benzene (GATISO) and its latest update of the Comprehensive Occupational Safety and Health Care Guide (GATISST); against the handling, storage and transport of benzene. **Objective:** To verify the scope of the Evidence-Based Comprehensive Occupational Health Care Guide for Workers Exposed to Benzene and its Derivatives (GATISO) and its most recent update GATISST with Benzene research in Colombia. **Methodology,** The type of study carried out in the following research was a systematic review of the literature, which sought to synthesize the results obtained from the research on benzene in Colombia during the period 2014-2019 versus the scope of the GATISO and its updated version GATISST. **Results,** It highlighted the chromosomal alterations generated by benzene affecting blood lymphocytes, genotoxicity, cytogenetic damage, especially DNA and chromosomes; as well as the loss of sexual desire, forgetfulness of memory, loss of strength in upper and lower limbs, insomnia, tiredness and lack of motor coordination. **Conclusion,** Exposure to high concentrations of benzene can lead to workers damage to the central nervous system, alterations in DNA codes, bone marrow and impairment of the immune system, no direct working time information was found with exposure damage.

KEYWORDS Benzene, Colombia, occupational disease, Leukemia, exposure time.

INTRODUCCION

El presente trabajo de tesis tiene como principal objetivo contrastar aplicando el método de revisión sistemática de la literatura, las principales variables que han determinado, en lo largo plazo los daños por exposición a benceno para los trabajadores de Colombia. Así mismo identificar la relación de tiempo de exposición y reacción del organismo se da continuidad a plantear la problemática detectada debido la importancia de estudiar este tema en particular dada las consecuencias de actividades laborales con una sustancia que a nivel internacional está catalogada como cancerígena y que en la actualidad para Colombia sigue estando presente en diversos productos industriales; generando daños en la salud pública.

Al realizarse la selección teórica retrospectiva relacionada a los estudios del benceno en Colombia (2014-2019), se busca describir las causalidades que han originado afectaciones en la salud y los niveles de exposición del benceno en los trabajadores colombianos, con el propósito de contrastar los resultados de las investigaciones obtenidas del benceno con los parámetros que establece la GATISO y su actualización más reciente GATISST y de esta forma socializar los hallazgos encontramos a la comunidad académica y a la población de interés.

Hay que entender también la ausencia investigativa con relación al tema que influye significativamente en los resultados y, por consiguiente, nos deslumbra un panorama real en el deterioro del bienestar para el trabajador y ciudadanos expuestos al benceno, por lo que este avance parte desde la contextualización de la problemática establecida como fundamento de origen investigativo, científico y académico y así compartir los hallazgos eminentes y propiciar una fuente de información útil para futuros estudios sobre las condiciones de salud y trabajo de los individuos pertenecientes al sector examinado en Colombia que se encuentran expuestos en su trabajo a una gran variedad de riesgos para la salud por causa del benceno.

La Ley 1562 (2012), nos conceptualiza la Seguridad y Salud en el Trabajo como la disciplina cuyo propósito es orientar a crear condiciones, capacidades, cultura para que el trabajador y las organizaciones para que se pueda desarrollar la laboral eficientemente, evitando desencadenar sucesos que puedan originar daños derivados del trabajo, con lo que se deduce que la Seguridad y Salud en el Trabajo consiste en prevenir los riesgos de exposición en una actividad económica, motivo por el cual este trabajo se centra, en estudiar los efectos del benceno en Colombia para generar un contraste basado en el alcance de la Guía de Atención Integral de Salud Ocupacional Basada en la Evidencia para Trabajadores expuestos a benceno y sus derivados (GATISO) y su actualización más reciente GATISST en el periodo 2014- 2019, abordando desde la propuesta investigativa las definiciones y los daños a la salud que genera la exposición de la sustancia.

Esta revisión sistemática se encuentra formulada en su marco con las generalidades expuestas del benceno y su terminología en enfermedades, conociendo indicios de su historia, composición química y fuentes de origen industrial y natural para comprender mediante esta los efectos nocivos que se tienen presentes en la salud de las personas, según las vías de ingreso y contacto directo al benceno y los síntomas que este produce tales como: somnolencia, mareos, náuseas, ritmo cardiaco irregular, cansancio, dolor de cabeza, ansiedad y confusión.

En el literal 4.2 se da a conocer los antecedentes Internacionales y Nacionales, según las investigaciones representativas en países como México, Perú, Ecuador, España, Argentina y Colombia; con sus respectivos aportes de relevancia en benceno para la salud de los trabajadores a causa de la exposición continua según las actividades y ambientes laborales.

En Tabla 1. *Porcentajes permisibles de exposición al benceno*; se describe a nivel nacional e internacional lo expuesto en normatividad para los límites permisibles y tolerables a los cuales el personal laboral que trabaja con benceno debe estar expuestos, teniendo presente que no se

garantiza que la constante exposición aun a estas mínimas concentraciones no genere a largo plazo daños irreversibles en el organismo de la persona.

Aplicada la metodología investigativa, para la comprensión de los 424 estudios arrojados en las bases de dato, se incluyó la Figura 1. *Diagrama de flujo para la selección de artículos*, como estructura que expone los parámetros de filtros aplicados para el sentido de análisis y clasificación de las investigaciones, dejando un total de 157 y a dichos artículos se le trataron los criterios de calidad de inclusión y exclusión; preservando una totalidad de 26 investigaciones realizadas en Colombia durante el periodo 2014 – 2019 obtenido mediante las 13 fuentes de consultas electrónicas y discriminando 12 resultados por causa de duplicidad, los cuales se pueden visualizar también en la Tabla 3. *Resultados de búsqueda en base de datos*; permitiendo para este proyecto analizar previamente a la recolección y clasificación de los datos sustraídos de los estudios en Colombia, las condicionales de exposición a benceno y los efectos de salud de la población involucrada que puedan ser influencia vital.

También, en Tabla 2. *Criterios de Inclusión y Exclusión*, se describió las variables a tener presente en los parámetros de inclusión y exclusión que diera validez y calidad a los datos que se analizaron, con el propósito de impartir equidad e igualdad de participación para el metaanálisis sin causar pérdida en la orientación y objetivo investigativo; así como control de la pesquisa.

Finalmente se concluye mediante la descripción de los principales hallazgos, la interpretación de los resultados de este método investigativo la ausencia de relación y compromiso entre lo establecido bajo la guía de atención integral de Salud Ocupacional (GATISO) y la guía de atención integral de seguridad y salud en el trabajo para trabajadores expuestos a benceno (GATISST) en los diversos sectores económicos, con base en que las investigaciones adjuntas para este estudio no pautan directamente los tiempos de las jornadas laborales de los

trabajadores, lo cual influye para generar un resultado directo en este contraste. Por otra parte, como también se evidencia la variable de efectos de salud en los trabajadores, el material de apoyo investigativo permitió resaltar las anomalías que se presentan a causa del benceno y el comportamiento de este en el organismo por sus alteraciones cromosómicas.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

- Descripción del problema.

Los impactos ambientales y las condiciones de salud en las personas relacionadas con la explotación de petróleo al igual que sus derivados se ha visto comprometida a través del tiempo por causa de derrames, fugas, procesos de refinación como lo son: la separación, el craqueo, la reformación, la combinación y los tratamientos que se generan a los diversos hidrocarburos (Oiltaking,2016). Por este motivo se busca realizar una revisión sistemática de las investigaciones actuales sobre el benceno en Colombia cuyo propósito permita realizar un análisis del alcance de la Guía de Atención Integral de Salud Ocupacional Basada en la Evidencia para Trabajadores Expuestos a Benceno (GATISO) y su última actualización de la guía de atención integral de seguridad y salud en el trabajo (GATISST); frente a la manipulación, almacenamiento y transporte de benceno; debido a que es uno de los componentes que se encuentran presente en la gasolina, los diluyentes, las resinas, las pinturas entre otros.(Chemical Safety Fact. s,f)

Esta investigación se llevará a cabo con una revisión analítica sistemática de la literatura investigativa actual del benceno en Colombia y el análisis ante el contexto de la Guía de Atención Integral de Salud Ocupacional Basada en la Evidencia para Trabajadores Expuestos a Benceno (GATISO) regente en su última versión actualizada GATISST.

El benceno es un químico carcinógeno determinado por la Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (IARC) y la Agencia de Protección Ambiental (EPA) presente en el petróleo y sus derivados, las vías de ingreso son oral, respiratoria, dérmica, parenteral y ocular; se puede consumir e inhalar mediante la combustión o demás procesos químicos que sufre el benceno como la destilación. (ATSDR, 2016)

Para este estudio nos enfocaremos en el debido proceso de manipulación, almacenamiento y transporte de la sustancia bajo los parámetros preventivos que se establece en la GATISO y la GATISST, debido a que este mismo se encuentra en diferentes productos pero tiene un alto grado de generar afectaciones en la salud; como lo da a conocer la reseña toxicológica según la Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR,2016), nos aclara que existen muchos factores que determinan concretamente lo perjudicial del petróleo, no solo su composición o derivados ya sean benceno, tolueno, xileno y etilbenceno; Además de revisar la existencia de otras variables importantes relacionadas con la exposición de las personas al benceno, como lo son variables del tipo sociodemográficas, de condiciones de trabajo, hábitos y estilo de vida, como: tiempo de exposición, tipo de contacto, dosis, edad , género y condiciones de salud.

De acuerdo de los límites de exposición al benceno se presentan diversos síntomas según el nivel al cual se tenga contacto, la concentración y el tiempo de exposición; algunos de estos síntomas son somnolencia, mareo, aceleración del ritmo del corazón, dolor de cabeza, temblores, confusión y pérdida del conocimiento, mareo, letargo, vómitos, irritación del estómago, como también destacan alteraciones en la médula de los huesos y puede producir una disminución del número de glóbulos rojos causando problemas en la sangre, hemorragias, y según el periodo de exposición puede producir cáncer de tipo leucemia mieloide aguda y la muerte, ya que este ataca el sistema inmune y deja las defensas del cuerpo muy bajas siendo más fácil que ataquen infecciones y el desarrollo del cáncer. (Muñoz, 2018).

Como investigadora busco realizar un análisis objetivo en relación de los estudios actuales en Colombia para finalmente establecer un cotejo entre dicha revisión literaria y los parámetros que establece al GATISST; según su alcance en diversos ambientes económicos y una breve

recopilación de las medidas que se deben optar para los trabajadores o personal expuesto a solventes como el benceno.

- Formulación del problema.

¿Cuál es el alcance la GATISO y su última actualización GATISST frente a los parámetros de manipulación, almacenamiento y transporte el Benceno en Colombia?

2. OBJETIVOS

Objetivo General

- Contrastar el alcance de la Guía de Atención Integral de Salud Ocupacional Basada en la Evidencia para Trabajadores Expuestos a Benceno y sus derivados (GATISO) y su actualización más reciente GATISST con investigaciones del Benceno en Colombia.

Objetivos Específicos

- Realizar una selección teórica retrospectiva relacionada a los estudios del benceno en Colombia (2014-2019).
- Describir las causalidades que han originado afectaciones en la salud y los niveles de exposición del benceno en los trabajadores colombianos.
- Contrastar los resultados de las investigaciones obtenidas del benceno con los parámetros que establece la GATISO y su actualización más reciente GATISST.
- Socializar los hallazgos encontrados a la comunidad académica y a la población de interés.

3. JUSTIFICACIÓN

La presente investigación indaga la relación de alcance que fija la Guía de Atención Integral de Salud Ocupacional Basada en la Evidencia para Trabajadores Expuestos a Benceno y sus derivados junto con su actualización del 2015 (GATISST) con las investigaciones del Benceno en Colombia; verificando así las posibles condiciones que originan impactos negativos en el bienestar de las personas debido a factores como la exposición y características independientes adjuntas al individuo como lo son aspectos genéticos y el medio.

En la actualidad una de las principales causas de fallecimiento en la población radica del cáncer donde 138.000 personas son diagnosticadas y se tiene una estimación porcentual anual de 33.100 casos de muertes en Colombia; entre ellos encontramos diversidad de cáncer como lo son las leucemias. (Ministerio de Salud y Protección Social, 2012).

Teniendo en cuenta que el benceno se encuentra calificado por medio de la Organización Internacional del Trabajo (OIT) y el Instituto Nacional de Cáncer como una sustancia cancerígena debido a que la exposición a altas concentraciones de benceno conlleva a los trabajadores un daño a nivel del sistema nervioso central, alteraciones en los códigos de ADN, como también el deterioro del sistema inmunológico; se pretende mediante la revisión sistemática de la literatura investigativa del benceno evidenciar el alcance según los parámetros de manipulación, almacenamiento y transporte que establece la GATISO y la GATISST con variables de tipo dependiente así como exposición y daños en la salud.

Un estudio realizado por la (*Universidad De Antioquia en la facultad de Salud pública, 2013*) en el puerto petrolero específicamente en la planta de Ecopetrol, busca evidenciar mediante la recopilación de datos clínicos que hay algunos trabajadores a los que se les diagnosticó *Leucemia* que es un tipo de cáncer de sangre, que se desarrolla por exposición al benceno, especialmente en

trabajadores de refinerías de petróleo e industria que entren en relación petroquímica. Los estudios epidemiológicos demostraron que la exposición a niveles altos de benceno se correlaciona con una mayor incidencia de anemia aplásica y leucemia. (Asprilla, L & Córdoba, P. 2013)

Han sido descritas muchas sustancias en su etiología que presentan una cierta relación, pero la asociación está bien definida en el caso del benceno. (Universidad De Antioquia en la facultad de Salud pública, 2013).

4. MARCO REFERENCIAL

4.1 Marco Conceptual.

4.1.1 Generalidades del Benceno

El benceno fue descubierto en 1825 por el físico y químico británico Michael Faraday, a causa de la problemática que se vivía en Londres por las fallas en las tuberías de gas en épocas de invierno. (EcuRed. s, f). Durante la época el gas se obtenía por medio de la grasa animal y era almacenado en contenedores de hierro que pese a la exposición de la temperatura se condensaba en el fondo de los mismo. Iniciando entonces el descubrimiento de una sustancia que solo hasta el año 1931 la química orgánica logro esclarecer su composición molecular de C_6H_6 . (Cornejo P., 2017).

Benceno: Es una sustancia química, empleado como materia prima diluyente para la elaboración de compuestos industriales. (Chemical Safety Fact. s,f)

Carcinogenicidad: Es un elemento que puede ser de composición química, física o biológica con la capacidad de desarrollar y producir en tejidos vivos tumores o células cancerígenas. (ISTAS,2017)

Enfermedades Laborales: Es la contraída como resultado de la exposición a factores de riesgo inherentes a la actividad laboral o del medio en el que el trabajador se ha visto obligado a trabajar. (Minsalud,2012)

Exposición: Es el factor asociado al tiempo que desarrolla un efecto en el trabajador tales como enfermedades, accidentes, daños o el fallecimiento de este a causa de una constante interacción directa o indirecta a una fuente latente de riesgo. (Velásquez, 2012)

Liposolubilidad: Es la acción de disolverse de forma rápida en grasa. (CUN, s,f)

Mutagenicidad: Es la capacidad de realizar alteraciones en la cadena genética celular causando modificaciones en el enlace del ADN. (Infomed,2011),

Prevención: Son las intervenciones que se realizan para controlar un factor de riesgo, permitiendo de manera anticipada una reacción eficientemente ajustable. (Definición, 2010)

Riesgo: Es la probabilidad de que ocurra una eventualidad a causa de un peligro o amenaza latente. (American Cancer Society, 2016)

Teratogenicidad: Es la capacidad de causar daños o malformaciones a nivel fetal. (OSMAN, s,f)

4.1.2 Características del Benceno.

Es una sustancia química por lo regular en estado líquido, incoloro, toxico y en algunos casos de olor característico aromático que según la percepción puede considerarse dulce o fuerte, predomina su capacidad de evaporación y solo es ligeramente soluble en agua, pero no contrarresta su peculiar grado de inflamabilidad. (ATSDR., 2016).

El benceno es un componente que debido a las evaluaciones ambientales se determinó una escala donde las personas pueden detectar la variación del olor en el aire en concentraciones de 1.5 a 4.7 ppm, reconocer la presencia del benceno cuando la concentración alcanza 100 ppm y

por percepción al sabor cuando la concentración en el agua es de 0.5 ppm equivalente a 1 gota en 40 galones. (Geosalud., 2018).

4.1.3 Fuentes Naturales del Benceno.

Es un elemento que se encuentra presente en el aire, el agua y el suelo, por lo regular se puede detectar el benceno en incendios forestales, emisiones volcánicas y crudo de petróleo; a causa de su composición molecular que se relaciona por sus partículas de carbono y los altos niveles de temperatura que interactúan con el hidrógeno. (ATSDR., 2016).

4.1.3.1 Fuentes Industriales del Benceno.

A nivel industrial se puede relacionar el benceno con la producción de disolventes para el yodo y azufre, fabricación de plásticos y gomas, resinas, fibras sintéticas, lubricantes, detergentes, tinturas y plaguicidas. (UAEH., 2017). Como también se debe mencionar la presencia de benceno en zonas industriales petroquímicas, gasolineras y talleres mecánicos. (INSHT., 1998).

La manipulación industrial de dicho componente y derivado del petróleo se ha visto implicado en los daños ambientales a causa de los residuos y tratamientos por lo cual ha sido objeto de investigación tal como se puede evidenciar en la ciudad de México. Luego de realizarse el estudio en un área designada donde hace más de 20 años funcionaba una refinería y para la actualidad es una zona de recreación social; García y Fernández, (2014), expusieron que en el lugar donde se tomaron las muestras “ *Se descubrió que el riesgo para la salud disminuyó y se volvió más bajo después de la remediación*” y aunque como los autores afirman “ *Todavía queda una masa de benceno en el suelo, pero no representa ningún riesgo para la salud de las personas*” (García y Fernández, 2014). Tenemos en cuenta la constante interacción que se tuvo con el suelo, sus minerales y el agua con relación al tiempo y las técnicas que se debieron

emplear para disminuir el impacto.

4.1.4 Efectos en la Salud.

Evaluando el compuesto químico ante el impacto del benceno según el grado de peligrosidad en los trabajadores, se tiene presente las causas y consecuencias por la exposición; partiendo de las diferentes vías de acceso al organismo en presencia o contacto de la sustancia. (Universidad del Norte., 2017)

La exposición continua a la sustancia ha demostrado que puede causar alteraciones funcionales del sistema nervioso central, mutagenicidad, carcinogenicidad, teratogenicidad, alteraciones hematológicas, perturbaciones psicomotoras o neuropsicológicas y Leucemia mieloide aguda. (Javeriana, 2007).

Según el Instituto Nacional del Cáncer, actualmente se encuentra clasificado el benceno como una sustancia cancerígena por su naturaleza, debido a los factores potencialmente influyentes que alteran las copias cromosomas del ADN; teniendo presente que el desarrollo de la enfermedad puede estar sujeta a variables ajenas a la exposición tal como los antecedentes genéticos o consumo de cigarrillo (NIOSH., 2018).

4.1.4.1 Vías de ingreso al organismo.

4.1.4.1.1 Ingestión.

Es el método con menor porcentaje de posibilidad debido al acto voluntario de ingerir por parte del afectado; sin embargo, se debe manejar desde una perspectiva preventiva analizando a su vez el consumo de bebidas o alimentos que contuvieran benceno o pudieran haber estado en contacto de la sustancia. (Ideam., s,f)

Al ingresar el químico al sistema digestivo fácilmente puede presentar irritación gástrica, mareos, vómito, convulsiones, paro cardíaco e incluso la muerte (Merck, 2006).

4.1.4.1.2 Inhalación.

El tiempo de exposición al benceno puede variar la sintomatología en las personas afectadas, a causa de su concentración. Es por ello por lo que al aspirar los humos o vapores del químico en un periodo leve las consecuencias pueden ser manejables según la situación. (CCSSO., 1997).

Una exposición a niveles bajos de benceno entre 700ppm a 3000ppm puede tener reacciones en el organismo de intoxicación por el compuesto, los síntomas son: somnolencia, mareos, náuseas, ritmo cardiaco irregular, cansancio, dolor de cabeza, ansiedad y confusión; que en lo regular desaparecen al respirar aire fresco. La principal ruta de acceso del benceno es la inhalación debido a ello por su estado de toxicidad si la exposición se llevara a cabo en concentraciones muy altas entre 10000ppm a 20000ppm puede causar la muerte. (Ideam., s, f).

Se debe tener presente que las personas consumidoras de cigarrillos o que tienen interacción con su humo, son propensas a reacciones en su organismo a causa de la presencia de benceno al momento de la quema cuando entra en contacto con los componentes ambientales. Al igual sucede con las personas o trabajadores que frecuentan zonas de alta movilidad por la combustión de la gasolina en los motores vehiculares que expulsa residuos de benceno. (INSHT., 1998).

4.1.4.1.3 Contacto directo en mucosas.

Los efectos al entrar en contacto con la sustancia, puede tener reacciones iguales a los síntomas por inhalación añadiendo irritación en la piel o dermatitis, generación de úlceras (Ideam., s, f) y al entrar en contacto con los ojos puede causar daños irreparables en la córnea. (NIOSH., 2018).

4.1.5 Valores Límites Permisibles.

En expedición del decreto 1274 de 1997 se estandarizo la exposición de benceno en los trabajadores para una concentración no superior de 25ppm equivalentes a (80mg/m³); adaptando

normas y medidas de control para la constante medición en la atmosfera. (Ministerio de Salud y Protección Social., 1997).

Las consecuencias como se mencionaba anteriormente varían el impacto según el factor de tiempo de exposición y densidad de la sustancia. Las organizaciones nacionales e internacionales que perseveran en la seguridad y salud en el trabajo han establecido estándares preventivos permitiendo la adaptabilidad como control del bienestar del trabajador; entre ellos encontramos:

Tabla 1
Porcentajes permisibles de exposición al benceno

		Sustancia	Tiempo (H)/ día	Concentración permitida	Antecedente
Instituto de Evaluación Tecnológica en Salud.	IETS	Benceno	8	0,5 ppm	(IETS., s,f)
Ministerio de Salud y Protección Social.	MIN SALUD	Benceno	8	<25 ppm	(Decreto 1274.,1997)
Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos	US EPA	Benzene	8	0.4 ppm	(ATSDR., 2016)
Asociación Española de Toxicología.	AETOX	Benceno	8	<1 ppm	(AETOX., 2009)
Instituto Nacional para la seguridad y Salud Ocupacional.	NIOSH - CDC	Benzene	8	0.1 ppm	(CDC., 2017)
Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo.	INSHT	Benceno	8	0,5 ppm	(INSHT., 1998)
Instituto Sindical de trabajo, ambiente y salud.	ISTAS	Benceno	8	0,5 ppm	(ISTAS., 2009)
Occupational Safety and Health Administration	OSHA	Benzene	8	1 ppm	(OSHA.,s,f)
Organización Internacional del Trabajo.	OIT	Benceno	8	<25 ppm	(ILO., 2015)
Scientific Committee for Occupational Exposure Limits	SCOEL	Benzene	8	<1.0 ppm	(SCOEL., 1991)
American Conference of Governmental Industrial Hygienists	ACGIH	Benzene	8	0,1 ppm	(ACGIH., 1991)

Fuente: Construcción propia.

4.2 Marco Contextual.

Antecedentes Internacionales y Nacionales

Castaño, (2006), realizó la investigación: *Hidrocraqueo de aromáticos ligeros a n-Alcanos C₂₊, variables de proceso y modelado cinético*, Universidad del País Vasco - España. La investigación llegó a las siguientes conclusiones:

- En los medios urbanos y el ámbito geográfico de carreteras, se encuentra la concentración de BTEX; debido a la constante emisión de gases vehiculares por combustión del motor.
- Debido al incremento en el mercado industrial del Benceno y sus derivados en el mundo con un porcentaje 3.5% anual; se emergieron rutas alternativas para las producciones, realizando reducciones anuales cerca a los 1.6%.

Castaño (2006) afirma que ante “las dificultades de eliminación de gases de emisión y otros contaminantes de la combustión... se adaptaron medidas la adición de oxigenados antidetonantes, el hidrotratamiento en la gasolina y combustibles sintéticos alterno”.

Acevedo, (2006), realizó el estudio: *Evaluación del riesgo para la salud humana asociado a la exposición de BTEX en las gasolineras de Quito*, Universidad San Francisco de Quito – Ecuador. El estudio permitió determinar en relación de su investigación:

- Existe una variación de respuesta biológica según la susceptibilidad de cada organismo; aunque sean sometidos al mismo tiempo y ambiente de exposición.
- La exposición a la sustancia inicia con una contaminación del torrente sanguíneo; para posterior transporte a los órganos y tejidos internos propensos a recibir daños toxicológicos, donde se muestra mayor vulnerabilidad a nivel del hígado y tejidos óseos.

Durante el proceso de estudio realizado en la ciudad de Quito, Acevedo (2006) plantea que “existe un incremento del riesgo cancerígeno de 28 -88 individuos por millón”; es decir, que el benceno aumenta las probabilidades en los trabajadores de padecer cáncer.

Pérez et al. (2006), realizaron una investigación: *Daño hepático en trabajadores expuestos a hidrocarburos*, Universidad Nacional de la Plata – Argentina.

Se evaluaron los trabajadores de una refinería de petróleo para determinar la presencia de alteraciones a nivel hepático; donde los resultados analizados no permitieron estandarizar los efectos del benceno como causales de daños hepáticos; sin embargo, demostró la vulnerabilidad en comparativa del hígado a la médula ósea. Pérez et al (2006) declaran “que habría que tener en cuenta esta mayor susceptibilidad del hígado para ajustar los límites de tolerabilidad de los hidrocarburos volátiles en los ambientes laborales”.

García et al. (2008), realizaron un estudio: *Exposición ocupacional a mezcla de benceno-tolueno-xileno. Manifestaciones hematoinmunológicas*, Instituto Mexicano del Seguro Social-México.

Durante la elaboración de su propuesta García et al manifiestan “Finalmente, debe señalarse que la industria maneja y consume grandes volúmenes de benceno ... lo que advierte la necesidad de fortalecer programas eficientes de vigilancia epidemiológica en el trabajo y evaluar la seguridad de exposición crónica”.

García et al, (2012), realizaron un estudio: *Alteraciones hematológicas en trabajadores expuestos ocupacionalmente a mezcla de benceno- tolueno-xileno (btx) en una fábrica de pinturas*, Instituto Nacional de Salud – Perú. La investigación llegó a la siguiente conclusión:

Dentro de las alteraciones hematológicas identificadas se vio macrocitosis, la cual puede deberse a la exposición crónica al benceno que produce cambios estructurales de todos los

componentes celulares en la médula ósea; además de su capacidad anaplásica y leucemiogénica. (García et al, 2012, p.185)

Ramos, (2017), realizó la investigación: *Relación entre la exposición a solventes orgánicos aromáticos desprendidos en grifos y las alteraciones neurológicas-comportamentales nocivos en sus trabajadores, Iurín 2017*, Universidad Inca Garcilaso de la Vega –Perú.

De acuerdo con Ramos (2017) “los trabajadores de grifos presentan efectos sobre el estado de ánimo y personalidad a la exposición a solventes orgánicos aromáticos”.

Castellar, (2007), realizó la investigación: *Efectos crónicos neurocomportamentales en trabajadores del sector petrolero expuestos a solventes orgánicos aromáticos (benceno, tolueno y xileno- btx)*, Pontificia Universidad Javeriana- Colombia.

Durante la investigación Castellar (2007) enfatiza “las alteraciones a nivel cognitivo en áreas de aprendizaje, memoria, memoria visual, atención y flexibilidad mental. Se mostró alteraciones a nivel del estado de ánimo principalmente en ansiedad y depresión; con severidad psiquiátrica a causa del tiempo e intensidad de exposición”.

Asprilla, L & Córdoba, P, (2013), estudio: *Leucemia por exposición a benceno en los trabajadores de las refinerías de petróleo*, Universidad de Antioquia – Colombia. El estudio evidencio:

Una relación directa entre los trabajadores con leucemia a causa de las emisiones fugitivas de hidrocarburos principalmente el benceno y sus derivados debido al desarrollo de sus funciones.

Los trabajadores de la industria tuvieron mayor probabilidad de desarrollar leucemia; sin embargo, gran porcentaje de los estudios identificados se deben a personal contratado antes de 1950, por causa de que en ese tiempo los TLV de benceno se tenían en 100ppm.

Fonseca, Heredia y Navarrete (s,f), realizaron un estudio: *Vigilancia médica para los*

trabajadores expuestos a benceno, tolueno y xileno, Universidad del Rosario – Colombia. El estudio llegó a las siguientes conclusiones:

Los niveles de exposición al benceno de forma cotidiana por el humo del cigarrillo e inhalación de aire contaminado a causa del tráfico han demostrado un aumento.

La exposición causa cambios reversibles como irreversibles en el Sistema Nervioso Central de los individuos y los resultados demuestran una evidencia clara cancerígena de aparición de leucemia mieloide aguda.

Romero et al, (2017), realizaron un estudio: *Evaluación de la exposición a benceno en trabajadores de diferentes áreas laborales*, Universidad del Norte – Colombia. Dicha investigación tuvo como fin destacar:

La relación hematología negativa a nivel de plaquetas debido a la cronicidad de la exposición con la sustancia.

El límite excedido con los trabajadores ante la reglamentación laboral que se dispone para el control de exposición al benceno.

Torres, P., Ramírez, L. & Romero, A. (2018), ejecutaron un análisis sistémico: *Leucemia en trabajadores de estaciones de gasolina expuestos a benceno*, Universidad del Rosario – Colombia. Este análisis concluyó la constante interacción y reacción que se ha planteado por medio de diversas organizaciones de la salud debido a su alta probabilidad de generar y vulnerabilidad el sistema inmune en las personas, permitiendo que se genere aparición de leucemia en trabajadores de estaciones de gasolina expuestos a benceno.

4.3 Marco Legal.

Colombia, cuenta con un sistema de vigilancia cuya responsabilidad se generó debidamente con la aparición del Decreto 3518 de 2006 que tiene como responsabilidad el proceso de observación y análisis objetivo, sistemático y constante de los eventos en salud, el cual sustenta la orientación, planificación, ejecución, seguimiento y evaluación de la práctica de la salud pública (Ministerio de Salud, 2006), y permite que todas las intoxicaciones por sustancias químicas sean notificadas y registradas en el Sistema de Vigilancia en Salud Pública (SIVIGILA) en dirección y control del Instituto Nacional de Salud y el Ministerio de Salud y Protección Social. Al igual inicio un proceso de implementación al Sistema Armonizado Mundial de clasificación y etiquetado de productos químicos con la Ley 646 de 2001 según una nomenclatura internacional de productos multipropósito desarrollado por la Organización Mundial de Aduanas (OMA) y su última actualización que se generó mediante el Decreto 2153 de 2016 (Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, 2016).

La Organización Internacional del Trabajo (OIT), tiene más de 40 normas que trata específicamente todos los aspectos que sean relativos de la Seguridad y Salud en el Trabajo. Como también existen organizaciones cuyo objetivo parte de contribuir a los desarrollos científicos mediante las investigaciones a diversos agentes que pueda representar una amenaza a la población mundial, tales como: Conferencia Americana de Higienistas Industriales Gubernamentales (ACGIH), Instituto Nacional para la Seguridad y Salud Ocupacional (NIOSH), Administración de Seguridad y Salud Ocupacional (OSHA), Centro Internacional de Investigaciones sobre el Cáncer (IARC), Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR). A nivel nacional el Sistema de Riesgos Laborales se rige por la modificación en la Ley 1562 de 2012 referente al cumplimiento de sus funciones, para dar

continuidad mediante el Decreto 1443 donde Ministerio de Trabajo implementa el Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el trabajo (SG-SST) en el año 2014 con el objetivo de contribuir a la calidad de vida de los ciudadanos velando por su bienestar y garantizar como derecho su condición laboral. (Santiago, 2019).

Pero debemos considerar que aunque Colombia cuenta con normativa principalmente adaptada de entidades internacionales, no maneja un amplio cuadro legal referente a los hidrocarburos y es por ello dadas las actividades económicas relacionadas con el petróleo y sus diversos componentes, donde se implementa la Guía de Atención Integral de Salud Ocupacional Basada en la Evidencia para Trabajadores Expuestos a Benceno y sus derivados conocida como la GATISO y en su última actualización se crea la GATISST dada la nueva adaptabilidad a Seguridad y Salud en el trabajo para la versión 2015.

5. DISEÑO METODOLOGICO

El tipo de estudio realizado en de la siguiente investigación fue una revisión sistemática de la literatura, que buscaba sintetizar los resultados obtenidos de las investigaciones del benceno en Colombia durante el periodo 2014-2019 frente al alcance de la GATISO y su versión actualizada GATISST. Esta metodología se realizó de manera rigurosa partiendo de la revisión en la literatura en búsqueda de la relación de tiempos de exposición a la sustancia, con las enfermedades laborales ya detectadas y calificadas por la Organización Internacional del Trabajo (OIT), luego se ejecutó la descripción de las posibles causalidades del origen identificando las variables predominantes de los efectos que desarrollan las enfermedades por la exposición al benceno.

Se realizó una revisión sistemática a los diversos estudios recopilados que permitiera analizar

y asociar las variables detectadas tales como: tipo de exposición, tiempo de exposición, manifestaciones físicas y medidas de control, manipulación y transporte. Dichos hallazgos se contrastaron transversalmente con los parámetros que se establece en la Guía de Atención Integral de Salud Ocupacional Basada en la Evidencia para Trabajadores Expuestos a Benceno y sus derivados (GATISO) junto con la GATISST.

Instrumento de recolección de datos.

Una vez relacionados los términos de búsqueda, se debe enlazar todas estas asociaciones en un todo, haciendo uso de los parámetros que incluye la construcción de la ecuación de búsqueda (Pérez Gutiérrez, 2000).

Por tanto, los parámetros usados en la construcción de la ecuación de búsqueda fueron los siguientes:

Operadores Boléanos o lógicos: AND, intercesión que representa los conceptos cruciales y OR, reúne todos los términos del mismo concepto.

Paréntesis: (), permiten claridad, orden, sentido y facilitan la orientación de la búsqueda.

Asterisco: *, sustituye caracteres similares al término que se aplica.

Por tanto, se obtiene la ecuación de búsqueda a continuación.

(((risk OR danger OR disease OR hurt OR effects) AND (health OR wellness OR Colombia)) AND (benzene*OR exposure OR occupational OR voc OR btx-eb)))

Según Moreno (2018) una vez se obtiene los artículos, se analizan críticamente con el propósito de responder a la pregunta planteada, como también se tienen presente los parámetros de inclusión y exclusión para determinar un flujo de calidad que finalmente resulte útil. Además,

se empleó para este método la herramienta del diagrama de flujo que se plantea en las revisiones sistemáticas. (ver Figura 1.)

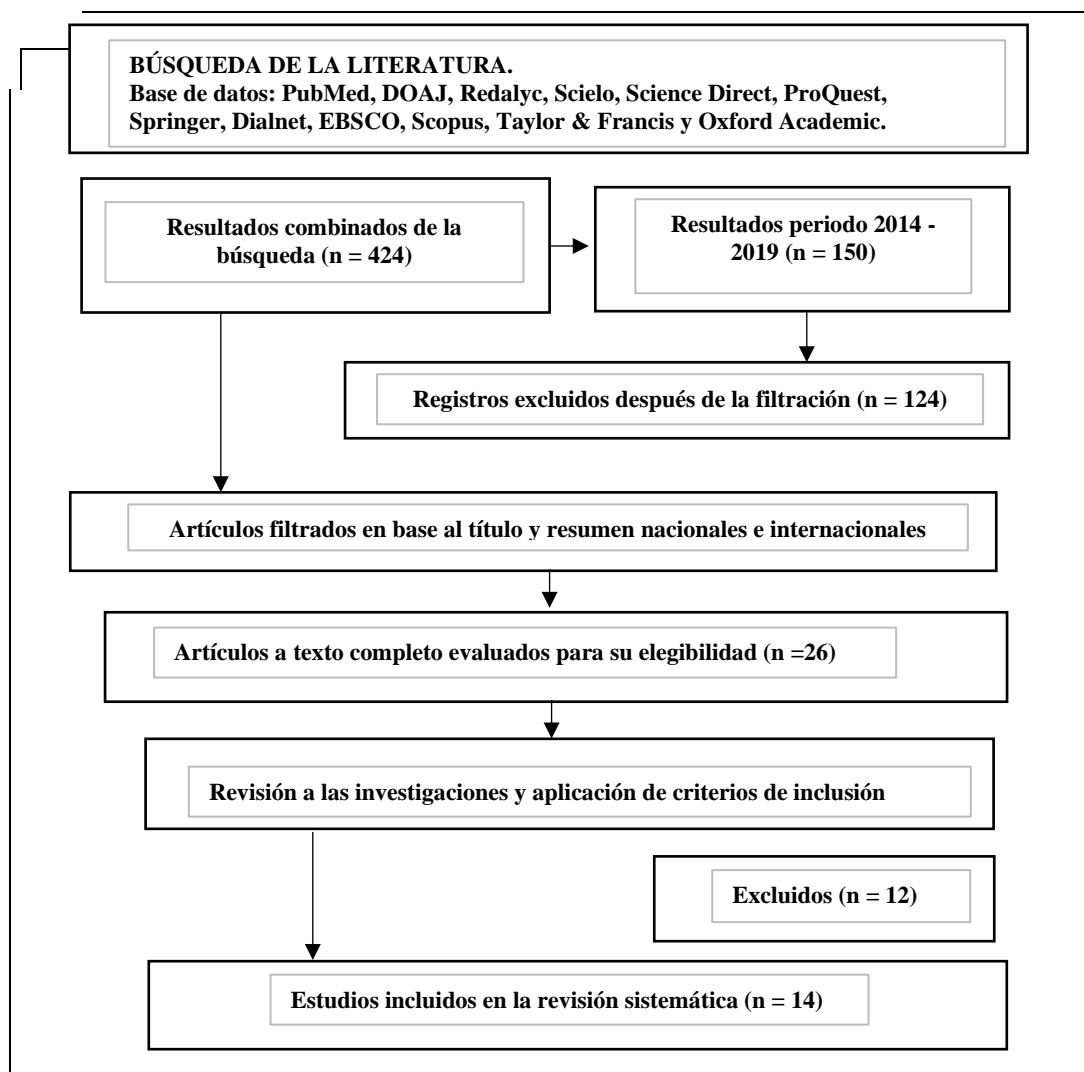


Figura 1. Diagrama de flujo de la selección de artículos.

Fuente: Construcción propia.

Metodología por Objetivos:

Objetivo 1.

Se inicio con una revisión teórica fundamental para el proyecto basada en consultas científicas nacionales e internacionales que permitieran identificar condiciones, características y relación entre patologías y la exposición al benceno; con base a la revisión de la literatura se destacaron los parámetros de calidad y los valores de exposición ya establecidos por las organizaciones de salud ocupacional como IETS, MINISTERIO DE SALUD, US EPA, AETOX, NIOSH, INSHT, ISTAS, OSHA, OIT, SCOEL y ACGIH, además se tuvieron en cuenta las investigaciones originadas en Colombia para el rango retrospectivo del periodo de enero del 2014 a diciembre del 2019 con la ecuación de búsqueda propuesta para las bases de datos que se empleó tales como: PubMed, DOAJ, Redalyc, Scielo, Science Direct, ProQuest, Springer, Dialnet, EBSCO, Scopus, Taylor & Francis y Oxford Academic.

Se realizó a) la identificación de variable determinantes para la investigación: la base de la revisión literaria fue almacenada en un equipo de cómputo asignado para el estudio, se realizó back up y fueron guardados. b) se diseñó de instrumento para la recopilación de información. Mediante el recaudo y almacenamiento de las investigaciones objeto de estudio, se ejecutó: a) un filtro que permitiera según los criterios de inclusión y exclusión clasificar con los estándares pactados de calidad teniendo en cuenta el título y el resumen (ver Tabla 2.), y en algunos casos la introducción y las conclusiones debido a la presencia de ambigüedad en el tópico. b) se tuvieron en cuenta una combinación de búsqueda en las bases de datos que arrojó una totalidad de 424 artículos e investigaciones vinculadas a la palabra *benceno en Colombia* de origen nacional e internacional, para la cual se aplicó un filtro en el rango de investigación dentro del tiempo 2014 al 2019 como tiempo propuesto para la revisión sistemática dejando un total de 157 y a dichos

artículos se le trataron los criterios de calidad de inclusión y exclusión. Finalmente, aplicada la ecuación de búsqueda a los artículos mediante texto completo evaluados para la elegibilidad extraídos de las bases de datos PubMed, DOAJ, Redalyc, Scielo, Science Direct, ProQuest, Springer, Dialnet, EBSCO, Scopus, Taylor & Francis y Oxford Academic; se preservó una totalidad de 26 investigaciones realizadas en Colombia y se discriminaron 12 resultados por causa de duplicidad.

Objetivo 2.

Una vez extraída la información para el desarrollo de la investigación se empleó la herramienta de Excel para depositar los datos y se procedió al análisis propicio de forma ordenada y estructurada, de los cuales se utilizó 14 investigaciones realizadas en Colombia y se tuvieron como fuente de información 27 investigaciones realizadas en países tales como México, Perú, España, Argentina, Brasil, Venezuela, Ecuador Corea, Suiza, Irán, Grecia y Australia, vinculadas a la temática particular del benceno que a su vez presenta criterios de relevancia en los hallazgos con relación de causalidad que hubieran originado afectaciones en la salud y los niveles de exposición del benceno en los trabajadores, para presentarse los aspectos más relevantes obtenidos de la literatura.

Objetivo 3.

Mediante la información extraída, la interpretación y el análisis, se procedió a la elaboración del informe final donde se plasmó los resultados generales y se determinó según dicha perspectiva el contraste de los resultados de las investigaciones obtenidas del benceno con los parámetros que establece la GATISO y su actualización más reciente GATISST durante el periodo 2014 – 2019 en Colombia para la manipulación, almacenamiento y transporte de sustancias derivadas del petróleo, en esta oportunidad benceno.

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES																						
CRONOGRAMA GENERAL											CRONOGRAMA NO.		0	0	1							
NOMBRE DEL PROYECTO											Revisión sistemática de la literatura relacionada con benceno en Colombia frente al alcance de la guía de atención integral de Salud Ocupacional		FECHA	DIA	MES	AÑO						
MODALIDAD											Proyecto de grado				II	2020						
ETAPA	NO.	ACTIVIDAD	2019-1					2019-2					2020-1			2020-2						
			FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV
Diseño de la propuesta de Investigación	1	Planteamiento de la tematica.																				
	2	Busqueda avanzada de literatura científica.																				
	3	Revisión de los datos.																				
	4	Formulación problema y pregunta de investigación.																				
	5	Definir objetivos.																				
	6	Construcción del Marco Teorico.																				
	7	Revisión del Anteproyecto.																				
Diseño Metodologico	1	Selección del tipo de estudio.																				
	2	Descripción de la población, muestra y muestreo.																				
	3	Desarrollo Plan de analisis.																				
	4	Clasificación de los datos obtenidos.																				
	5	Creación de base de datos.																				
	6	Presentación del diseño metodologico.																				
Resultados	1	Aplicación de técnicas de investigación																				
	2	Tabulación de datos.																				
	3	Procesamiento de los datos.																				
	4	Análisis e Interpretación de las evidencias de resultados.																				
	5	Presentación de la información organizada.																				
Entrega final - Sustentación	1	Elaboración del Reporte de Investigación.																				
	2	Entrega del Reporte de Investigación.																				
	4	Sustentación y evaluación final.																				

Figura 2. Cronograma de actividades mensual

Criterios y características de inclusión para el estudio.

Tabla 2.

Criterios de Inclusión y Exclusión.

CRITERIOS		
	INCLUSIÓN	EXCLUSIÓN
ECUACIÓN DE BÚSQUEDA	Documentos disponibles en la base de datos PubMed, DOAJ, Redalyc, Scielo, Science Direct, ProQuest, Springer, Dialnet, EBSCO, Scopus, Taylor & Francis y Oxford Academic. El registro de los documentos comprendidos entre los años 2014-2019	Documentos escritos en idiomas diferentes a español, inglés y portugués. Documentos publicados antes del 2014 y a partir del mes de enero de 2020.
	Tipo de documentos que sean artículos y revisiones.	Documentos duplicados
CALIDAD DE ESTUDIO	CRITERIOS DE APORTE A LA LITERATURA El daño a la salud del trabajador. Exposición ocupacional a benceno. Patologías por benceno.	

Fuente: Construcción propia

6. RESULTADOS Y DISCUSIONES

Descripción general de los artículos

Se recopilaron bajo una revisión sistemática, 14 casos investigativos vinculados a los parámetros de calidad en las bases de datos PubMed, DOAJ, Redalyc, Scielo, Science Direct, ProQuest, Springer, Dialnet, EBSCO, Scopus, Taylor & Francis y Oxford Academic. Sin aplicar la ecuación de búsqueda por consultas relacionadas a benceno/ benzene y estudios generados en Colombia debido al tópico investigativo (ver tabla 3) se filtraron 424 investigaciones; durante el proceso de selección se enfocó el estudio a aquellas investigaciones que compartieran información referente al benceno teniendo énfasis en características tales como: ventana de tiempo entre 2014 -2019 permitiendo filtrar 150 investigaciones, continuamente se evaluaron efectos en la salud, exposición laboral, tiempo de exposición; concluyendo un total de 26 investigaciones en las cuales se depuraron 12 por causa de duplicidad de artículos en las varias bases de consultas o fuentes científicas. Finalmente, por la pertinencia de los títulos, resúmenes y resultados obtenidos con el objetivo de seleccionar según los criterios de inclusión y calidad las investigaciones acordes se conservó un total de 14 artículos que fundamentarían la revisión sistemática y de igual forma, se tuvo en cuenta información de 5 estudios aun no publicados de Colombia que cumplían con los criterios de inclusión considerándose información importante para el desarrollo de esta revisión sistemática.

Tabla 3.
Resultados de búsqueda en base de datos

Base de datos	Descripciones	Resultados
PUBMED	BENZENE AND COLOMBIA	74
	2014-2019	40
	EXPOSURE	4
DOAJ	BENZENE AND COLOMBIA	43
	2014-2019	32
	EXPOSURE	1
REDALYC	BENZENE AND COLOMBIA	23
	2014-2019	11
	EXPOSURE	5
SCIELO	BENZENE AND COLOMBIA	9
	2014-2019	5
	EXPOSURE	1
SCIENCE DIRECT	BENZENE AND COLOMBIA	118
	2014-2019	7
	EXPOSURE	3
PROQUEST	BENZENE AND COLOMBIA	6
	2014-2019	6
	EXPOSURE	1
SPRINGER	BENZENE AND COLOMBIA	28
	2014-2019	9
	EXPOSURE	1
DIALNET	BENZENE AND COLOMBIA	7
	2014-2019	7
	EXPOSURE	1
EBSCO	BENZENE AND COLOMBIA	11
	2014-2019	6
	EXPOSURE	4
SCOPUS	BENZENE AND COLOMBIA	29
	2014-2019	7
	EXPOSURE	5
TAYLOR & FRANCIS	BENZENE AND COLOMBIA	4
	2014-2019	2
	EXPOSURE	0
OXFORD	BENZENE AND COLOMBIA	72
	2014-2019	18
	EXPOSURE	0

Fuente: Construcción propia.

Se debe tener presente que, en la actualidad, se han generado diversos estudios del benceno como hidrocarburo aromático presente en la gasolina, residuos de combustión industrial y de recursos naturales; dado los efectos adversos que genera en la salud. Ahora bien, los estudios

zonificados en Colombia sobre la exposición a esta sustancia no tienen mayor auge científico; por lo cual se consultó minuciosamente a cuerpo completo las investigaciones que se citaron.

Torres, Ramírez, Romero, (2018) afirman el hallazgo correlacional de la variable dependiente por exposición con las variables independientes de efectos en la salud, tales como alteración en los genes, procesos biológicos y metabólicos que provocan alteraciones cromosómicas afectando los linfocitos de la sangre; por lo antes expresado los estudios publicados permitieron asociar las fallas en respuestas inmunes del sistema por causa de las exposiciones a largo plazo con el benceno, generando una reacción conocida como hematotoxicidad.

Castañeda, Palma, Hernández, Varona (2015) analizaron los resultados obtenidos mediante el estudio de síntomas neurológicos y de conducta; en el cual la información obtenida el 25% de la población manifestó síntomas neurológicos y entre ello también se resaltó sintomatología alterna como pérdida del deseo sexual, olvido de memoria, pérdida de fuerza en miembros superiores e inferiores, insomnio, cansancio y falta de coordinación motriz.

Desde el punto de vista de Lezmez, Santiago y Contreras (2019) en el análisis de la literatura expresan según lo encontrado, la intervención de los factores externos y los elementos inmersos a estos, también cumplen un papel importante e influyente para los niveles de benceno inhalados por los trabajadores, que contribuye y complementa las afectaciones biológicas por las enfermedades más relevantes como genotoxicidad, daño citogenético en especial al ADN y cromosomas.

Finalmente, Patiño, (2017) mediante el estudio de riesgo químico y salud ambiental en caso de hidrocarburos aromáticos con la población participante describió la sintomatología presentada en cada individuo desde resequedad en la piel, dolores, cefaleas, alteraciones de humor, irritación ocular, lagrimeo, mareo, sensación de hormigueo en las manos, debilidad anímica y depresión;

sin embargo, al generar la comparativa de estos factores detectables ante los grupos de expuestos y no expuestos a benceno, según concluye no es posible afirmar que sean causa directa de la sustancia y recomienda una prueba observacional analítica de caso y control o cohortes para determinar confiablemente la relación entre la sintomatología de la muestra con la exposición al hidrocarburo. Mientras que, por otra parte, la investigación realizada tiempo atrás en la ciudad de Bogotá como lo expresaron Palma, Briceño, Idrovo, Varona (2015) las personas que por su labor se encontraron expuestas a componentes varios y entre ello benceno; manifestaron dolor de cabeza, somnolencia, irritación en la piel y a su vez manifestaciones neurológicas como lo fueron olvidos, dificultad de concentración, cambios de ánimo, cansancio, adormecimiento muscular y dificultades motrices; permitiendo identificar en los individuos evaluados un vínculo relacional entre los efectos y la exposición al benceno.

Se evidenció en las investigaciones analizadas orientación a las afectaciones de salud en la población estudiada e identificamos áreas de trabajo tales como estaciones de servicio, empresas de pintura y solventes, entre otras; sin embargo, al analizar la rigurosidad en estas mismas se infiere racionalmente una jornada laboral de 8 horas a la exposición de la sustancias debido a que no se establece paulatinamente el periodo concreto de exposición o las cantidades por ppm a las cuales los trabajadores se encuentran expuestos, lo cual nos lleva a hacer hincapié en lo establecido por normativa nacional e internacional sin restarle importancia ya que como primera variable para generar daños en la salud es el tiempo de exposición. Es por este motivo que consideramos resaltar lo estipulado en el GATISSO en los valores de TLV para el grupo BTX-EB con una recomendación de 0.5 ppm (GATISSO,2007).

Con el análisis crítico que se realizó a la evidencia en contraste a la GATISSO y GATISS la mezcla de los agentes químicos en el ambiente son factores influyentes que ejercen efectos no

seguros para las personas expuestas y dadas las circunstancias de exposición, toxicidad de la sustancia y condiciones individuales aumentan la probabilidad de apariciones de efectos negativos en la salud. Dada los modelos y conocimientos de base científica no hay un límite inferior de exposición que evite riesgos de tipo cancerígenos o mutagénicos por lo cual se imparte el principio de acción y efecto valiéndose del propósito en el cual a menor tiempo de exposición contrarresta la probabilidad de reacción en el organismo de la persona expuesta para que continuamente disminuya la probabilidad de reacciones negativas y cumplir con el objetivo de prevenir como pilar el bienestar de los trabajadores.

7. CONCLUSIONES (presente)

Los estudios epidemiológicos por exposición de benceno en Colombia, sigue quedando corto en el campo médico-científico con probabilidades altas de mejorar a futuro dado que conforme se evoluciona todos los campos se adapta a los cambios; igual lo hace la investigación, aunque genera incertidumbre debido a que con antelación se ha clasificado el benceno como sustancia cancerígena y aun en el presente sigue siendo parte de nuestro vivir independiente de la actividad económica, debido que por su composición está presente en varios productos inmerso a su vez en la combustión de gasolina que emplean nuestros medios de transporte día a día. Se ha podido evidenciar de manera significativa los cambios que produce en las personas la constante interacción directa o indirecta con benceno o sus residuos en el organismo puesto que la sustancia se encuentra comprobada bajo los parámetro de la Organización Internacional del Trabajo (OIT) y el Instituto Nacional de Cáncer como cancerígena que al ingresar al torrente sanguíneo destruye y disminuye la producción de glóbulos blancos de la medula ósea, permitiendo la alteración en los glóbulos rojos y dando espacio para la leucemia mieloide aguda

que se encuentra relacionada con el crecimiento anormal de las células; entonces las altas concentraciones de benceno si pueden con llevar a los trabajadores daño en el sistema nervioso central, alteraciones en los códigos de ADN, médula ósea y deterioro del sistema inmunológico, dado que las investigaciones y los hallazgos en el ámbito de salud lo demuestran con experimentos, datos clínicos y muestras biológicas.

Este análisis permitió identificar la carencia de relación y compromiso entre lo establecido bajo la guía de atención integral de Salud Ocupacional (GATISO) y la guía de atención integral de seguridad y salud en el trabajo para trabajadores expuestos a benceno (GATISST) Versión 2015 con la aplicabilidad en los diversos sectores económicos; se debe resaltar que a cuerpo de los artículos no se encuentra citación directa con la normativa o las recomendaciones generadas por estos documentos que son a nivel nacional para Colombia, por lo cual se infiere que no hay rigurosidad documentada para los colaboradores expuestos al benceno. En definitiva, aun cuando existen parámetros establecidos por diversas organizaciones cuyo objetivo es priorizar ante los riesgos con el propósito de preservar el bienestar de los trabajadores, la industria empresarial sobrepasa los límites permitidos anteponiendo los bienes materiales y productivos antes de las consecuencias mortales que ocasiona este riesgo en cada uno de los empleados, evidenciándose el daño y los reiterados efectos en la salud por consecuencia de exposición.

8. RECOMENDACIONES

Este estudio contó con una limitación amplia frente a la cantidad de investigaciones actuales en Colombia con la temática de exposición de benceno, donde se evidenciará los daños según los tiempos de exposición en los trabajadores, lo cual se sugiere avanzar y profundizar en estudios relacionados a:

- Abordar la problemática por desconocimiento a causa de la poca fuente investigativa de la exposición al benceno. Para esto es necesario realizar más investigaciones sobre el tema dado que en Colombia no hay estudios al respecto que permitan conocer fiablemente los daños con relación a tiempos de exposición al benceno, según las empresas y actividades económicas del país.
- Cuáles pueden ser sustancia alternas que al empleasen en los procesos, genere una menor reacción de daño y satisfaga las necesidades de la organización, abordando los protocolos preventivos acordes en el uso, el almacenamiento y transporte del sustituyente.

Como recomendaciones en el área de seguridad y salud en el trabajo para el uso, almacenamiento y transporte, se sugiere lo siguiente:

- Invertir en sistemas de ventilación y extracción que permita regular las temperaturas a un nivel ambiente aceptable, sin perder el objetivo de promover la eliminación de productos con compuesto de benceno, generando evaluaciones ambientales que permita controlar los impactos del benceno mediante monitoreo de exposición y desarrollar como medida de prevención del programa de vigilancia médica la rotación de personal para disminuir los tiempos de exposición laboral.
- Realizar exámenes de ingreso al personal vinculado y controles periódicos biológicos por la exposición a la sustancia toxica, mediante la prueba de ácido Sfenilmercaptúrico en orina, e incluir evaluación médica con examen dérmico, respiratorio y neurológico general. Pruebas de laboratorio, que incluyen Indicadores Biológicos de exposición. Aplicación de test de síntomas neurotóxicos (Q16). Baterías neurocomportamentales, o

evaluaciones de dominio funcional, (Neurobehavioral Core Test Battery – NCTB-, EUROQUEST, ATSDR). Pruebas de función auditiva y Pruebas de Discriminación de Color.

- Implementar y obedecer los estándares nacionales e internaciones de valores límites permisibles de exposición como lo establece la guía de atención integral de seguridad y salud en el trabajo para trabajadores expuestos a benceno con 0.5 ppm.
- Se recomienda la implementación de los elementos de protección personal que entidades internacionales relacionan para el uso del benceno: Gafas de seguridad y protección de cara recomendada por la OSHA ref. 29CFR1910. 133, Guantes de Viton (espesor 0.70 mm) CFR.1910.138, overol antiestático retardante de flama, protección respiratoria de filtro A- (p3), con su debida renovación de forma periódica.

REFERENCIAS

- American Cancer Society, (2016), *Riesgo de benceno y cáncer*, recuperado de <https://www.cancer.org/cancer/cancer-causes/benzene.html>
- ATSDR, (2016) *Resúmenes de Salud Pública - Benceno (benzene)*, recuperado de https://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs3.html
- Cáncer por Benceno, (2013), *Enfermedades del benceno*, recuperado de <http://www.cancerporbenceno.com/enfermedades-del-benceno.html>
- Castañeda C, Palma R, Hernández G y Varona M,(2015) *relación de biomarcadores de dosis interna con síntomas neurológicos y de conducta en pintores de carros de la ciudad de Bogotá, 2015*, recuperado de <https://repository.urosario.edu.co/bitstream/handle/10336/12173/RESUMEN%20REPOSITO RIO%202016.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
- CCSSO, (1997) *Benceno -Efectos en la salud*, recuperado de http://www.ccsso.ca/oshanswers/chemicals/chem_profiles/benzene/health_ben.html
- Chemical Safety Fact. s,f, *Benceno*, recuperado de <https://www.chemicalsafetyfacts.org/es/benceno/>
- Clínica Universidad de Navarra, (s,f), *Liposolubilidad*, recuperado de <https://www.cun.es/diccionario-medico/terminos/liposolubilidad>
- Consultor Salud, (2015), *Guías de atención en seguridad y salud en el trabajo – actualizadas*, recuperado de <https://consultorsalud.com/guias-de-atencion-en-seguridad-y-salud-en-el-trabajo-actualizadas/>
- Definición, (2010), *Definición de prevención*, recuperado de <https://definicion.de/prevencion/>
- Ecured, (s,f) *Benceno*, Recuperado de

<https://www.ecured.cu/Benceno#:~:text=El%20benceno%20fue%20descubierto%20en,ebullición%20de%2080%20%20C%20B%20C>.

García L y Fernández G, (2014), *Evaluación del riesgo a la salud en la zona 7 contaminada con benceno del pasivo ambiental generado por la "Ex-refinería 18 de marzo" en la Ciudad de México*, recuperado de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1405-77432014000300008&lng=es&nrm=iso&tlng=es

Ideam, (s,f), *Guía 7 Benceno*, recuperado de

<http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/018903/Links/Guia7.pdf>

Infomed, (2011), *Mutagenicidad*, recuperado de <http://glosario.sld.cu/terminos-farmacologicos/2011/05/03/mutagenicidad/>

Instituto Mexicano del Seguro Social, (2008), *Exposición ocupacional a mezcla de benceno-tolueno-xileno. Manifestaciones hematoinmunológicas*, recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=457745524011>

Instituto Nacional de Salud, (2012), *Alteraciones hematológicas en trabajadores expuestos ocupacionalmente a mezcla de benceno- tolueno-xileno (btx) en una fábrica de pinturas*, recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=36323272003>

INSHT, (1998), *NTP 486: Evaluación de la exposición a benceno: control ambiental y biológico*, recuperado de

http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/401a500/ntp_486.pdf

Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud, (2017), *Cancerígenos y mutágenos*, recuperado de <https://risctox.istas.net/index.asp?idpagina=607>

Leukemia & Lymphoma Society, (2012), *Información sobre la mielofibrosis*, recuperado de

https://www.ils.org/sites/default/files/file_assets/PS14S_Myelofibrosis_FactSheet_SPA10.12%20FINAL.pdf

Merck, (2006) *Ficha de datos de seguridad*, recuperado de

http://www.merckmillipore.com/INTERSHOP/web/WFS/Merck-CO-Site/es_ES/-/COP/ProcessMSDS-Start?PlainSKU=MDA_CHEM-109646&Origin=PDP

Ministerio de salud y Protección Social, (2012), *Ley 1562 de 2012*, recuperado de

<https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/DIJ/Ley-1562-de-2012.pdf>

Ministerio de la protección social, (2006), *Decreto 3518 de 2006*, recuperado de

<https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/DIJ/Decreto-3518-de-2006.pdf>

Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, (2001), *Ley 646 de 2001*,

recuperado de http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley_0646_2001.html

Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, (2016), *Decreto 2153 de*

2016, recuperado de https://normograma.mintic.gov.co/mintic/docs/decreto_2153_2016.htm

Moreno B, Muñoz M, Cuellar J, Dominic S y Villanueva J, (2018) *Revisiones Sistemáticas:*

definición y nociones básicas, recuperado de

https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0719-01072018000300184

Muñoz, C. (2018), *El Benceno y su Impacto en la Salud Pública*, recuperado de

<https://www.geosalud.com/ambiente/benceno.htm>

National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH), (2018), *Benzene*, recuperado de

<https://www.cdc.gov/niosh/npg/npgd0049.html>

Organización Mundial de la Salud, (2018), *Benceno*, recuperado de

http://www.who.int/ipcs/assessment/public_health/benzene/es/

Observatorio de Salud y Medio Ambiente de Andalucía, (s, f), Teratogenicidad, recuperado de

<http://www.osman.es/diccionario/definicion.php?id=14133>

Palma M, Briceño L, Idrovo ÁJ, Varona M., (2015), *Evaluación de la exposición a solventes orgánicos en pintores de carros de la ciudad de Bogotá*, recuperado de

[http://web.b.ebscohost.com.ezproxy.uniminuto.edu/ehost/detail/detail?vid=0&sid=7bc98b86-87f6-47a9-a48f-](http://web.b.ebscohost.com.ezproxy.uniminuto.edu/ehost/detail/detail?vid=0&sid=7bc98b86-87f6-47a9-a48f-679d87bdd76b%40sessionmgr101&bdata=Jmxhbmc9ZXMmc2l0ZT1laG9zdC1saXZlJnNjb3BIPXNpdGU%3d#AN=109000424&db=lth)

[679d87bdd76b%40sessionmgr101&bdata=Jmxhbmc9ZXMmc2l0ZT1laG9zdC1saXZlJnNjb3BIPXNpdGU%3d#AN=109000424&db=lth](http://web.b.ebscohost.com.ezproxy.uniminuto.edu/ehost/detail/detail?vid=0&sid=7bc98b86-87f6-47a9-a48f-679d87bdd76b%40sessionmgr101&bdata=Jmxhbmc9ZXMmc2l0ZT1laG9zdC1saXZlJnNjb3BIPXNpdGU%3d#AN=109000424&db=lth)

Patíño, R, (2017) *riesgo químico y salud ambiental en Colombia: estudio de caso con hidrocarburos aromáticos*, recuperado de

<http://dspace.umh.es/bitstream/11000/3579/1/TD%20Pati%C3%B1o%20Fl%C3%B3rez%2C%20Rosa%20Isabel.pdf>

Pérez Gutiérrez, M, (2000), *El lenguaje de la interrogación: una gramática formal para la recuperación de la información*. recuperado de

<http://redc.revistas.csic.es/index.php/redc/article/view/323/494>

Pontificia Universidad Javeriana, (2007), Efectos crónicos neurocomportamentales en trabajadores del sector petrolero expuestos a solventes orgánicos aromáticos (benceno, tolueno y xileno- btx), recuperado de <http://www.javeriana.edu.co/biblos/tesis/enfermeria/tesis41.pdf>

Semana, (2016), *¿Qué es un cancerígeno?*, recuperado de <https://www.semana.com/vida-moderna/articulo/que-es-un-cancerigeno/478904>

SURA, (2007), *Guía de Atención Integral de Salud Ocupacional Basada en la Evidencia para Trabajadores Expuestos a Benceno y sus derivados (GATISO-BTX-EB)*, recuperado de

https://www.epssura.com/guias/guia_gatiso_exposicion_benceno.pdf

Torres P, Ramírez L, Romero A., (2018), *Leucemia en trabajadores de estaciones de gasolina expuestos a benceno*, recuperado de

<https://repository.urosario.edu.co/bitstream/handle/10336/18854/TorresAguiar-Paola-2018.pdf?sequence=3&isAllowed=y>

Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, (2017), *Propiedades del Benceno y sus usos en la industria*, recuperado de <https://www.uaeh.edu.mx/scige/boletin/prepa3/n7/m7.html>

Universidad de Antioquia, (2013), *Leucemia por exposición a benceno en los trabajadores de las refinerías de petróleo*, recuperado de

<http://www.udea.edu.co/wps/wcm/connect/udea/9aba54e9-6297-4095-b577-5d27823efc32/leucemia+por+exposici%C3%B3n+a+benceno.pdf?MOD=AJPERES>

Universidad de San Carlos de Guatemala, (2012), *Exposición Ocupacional en Trabajadores de la Salud*, recuperado de <https://es.slideshare.net/TPorta/exposicin-ocupacional>

Universidad de Santander, (2019), *Estado del Arte de la Relación Existente entre el Daño a la salud y la exposición Ocupacional a Benceno en Trabajadores de Estaciones de Gasolina*, recuperado de <http://tangara.uis.edu.co/biblioweb/tesis/2019/175946.pdf>

Universidad del País Vasco, (2006), *Hidrocraqueo de aromáticos ligeros a n-Alcanos C2+, variables de proceso y modelado cinético*, recuperado de

<https://addi.ehu.es/bitstream/handle/10810/16705/Tesis.pdf?sequence=1>

Universidad del Norte, (2017), *Evaluación de la exposición a benceno en trabajadores de diferentes áreas laborales*, recuperado de <https://search-proquest-com.ezproxy.uniminuto.edu/docview/1984774474?pq-origsite=summon>

Universidad del Rosario, (s,f), *Vigilancia médica para los trabajadores expuestos a benceno*,

tolueno y xileno, recuperado de

<http://repository.urosario.edu.co/bitstream/10336/1737/1/52088171.pdf>

Universidad del Rosario, (2018), *Leucemia en trabajadores de estaciones de gasolina expuestos a benceno*, recuperado de

<http://repository.urosario.edu.co/bitstream/handle/10336/18854/TorresAguiar-Paola-2018.pdf?sequence=3&isAllowed=y>

Universidad Inca Garcilaso de la Vega, (2017), *Relación entre la exposición a solventes orgánicos aromáticos desprendidos en grifos y las alteraciones neurológicas-comportamentales nocivos en sus trabajadores, lurín 2017*, recuperado de

<http://repositorio.uigv.edu.pe/handle/20.500.11818/1447>

Universidad Nacional de la Plata, (2006), *Daño hepático en trabajadores expuestos a hidrocarburos*, recuperado de <http://docplayer.es/90830672-Universidad-inca-garcilaso-de-la-vega.html><http://www.ladep.es/ficheros/documentos/Da%F1o%20hep%Eltico%20en%20trabajadores%20expuestos%20a%20hidrocarburos%202006.pdf>

Universidad San Francisco de Quito, (2006), *Evaluación del riesgo para la salud humana asociado a la exposición de BTEX en las gasolineras de Quito*, recuperado de

<http://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/885/1/80847.pdf>

ANEXOS

Apéndice A: Investigaciones realizadas en Colombia.

No.	BASE DE DATOS	UNIVERSIDAD/FACULTAD	PAIS	IDIOMA	AÑO DE PUBLICACION	NO MIBREDEL ARTICULO INGLÉS	NO MIBREDEL ARTICULO	AUTORES	LINKURL
1	PUBMED	Universidad de Córdoba	Colombia	Español	2014	Exposición a COVs en fábricas de muebles de las poblaciones del norte de Colombia	Exposición a COVs en fábricas de muebles de las poblaciones del norte de Colombia	Vargas-Ramos YE, Marrugo-Negrete JL.	https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26120854/
2	PUBMED	Instituto Nacional de Salud	Colombia	Español	2015	Evaluation of the exposure to solvents and DNA damage among rice field workers	Evaluación de la exposición a solventes orgánicos en pinos de carnos de la ciudad de Bogotá	Palma M, Brito L, Idrovo AJ, Varona M.	https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26535743/
3	PUBMED	Universidad del Rosario	Colombia	Inglés	2014	High chromosomal instability in workers occupationally exposed to solvents and paint removers	Alta inestabilidad cromosómica en trabajadores expuestos ocupacionalmente a solventes y removedores de pintura	Varona-Urbe M, Torres-Reyc, Díaz-Crillo S, Palma-Parra R, Narváez D, Carmona S.	https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27325911/
4	PUBMED	Universidad del Rosario	Colombia	Inglés	2016	Quantification of cell-free DNA for evaluating genotoxic damage from occupational exposure to car paints	Control de la exposición de los pintores a solventes orgánicos en pinos de carnos de la ciudad de Bogotá	Villahe-Campos M, Chaire-Nock L, Sánchez-Corredor M, Rondón-Lagos M.	https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26535743/
5	DOAJ	Instituto Nacional de Salud	Colombia	Español	2015	Evaluation of oxidative and methylating DNA damage in painters occupationally exposed to organic solvents and paints	Evaluación de la exposición a benzeno en trabajadores de diferentes áreas laborales	Palma M, Brito L, Idrovo AJ, Varona M.	http://www.redalyc.org/pdf/817/81753881011.pdf
6	REDALYC	Universidad del Norte	Colombia	Español	2017	Molecular biomarkers to assess health risks due to environmental contaminants exposure	Efecto genotóxico de las mezclas complejas de hidrocarburos en trabajadores de estaciones de servicio de gasolina	Romero G, Palencia A, Marrero S.	https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=8173669010
7	REDALYC	Universidad del Norte	Colombia	Español	2015	Control of the exposure to solvents and DNA damage among rice field workers	Evaluación del daño oxidativo y por metilación del ADN de pintores ocupacionalmente a solventes orgánicos y pinturas	González Torres, Henry J.; Moreno Rossi, Alberto; Quintana Sosa, Milton	https://www.redalyc.org/jatsRepo/8438/43612406/index.html
8	REDALYC	Universidad del Cauca	Colombia	Español	2019	Control of the exposure to solvents and DNA damage among rice field workers	Evaluación de la exposición a solventes orgánicos en pinos de carnos de la ciudad de Bogotá	Fabián Carvajal, Silvio; García-Vallejo, Felipe	https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=84340725008
9	REDALYC	Instituto Nacional de Salud	Colombia	Español	2015	Control of the exposure to solvents and DNA damage among rice field workers	Evaluación de la exposición a benzeno en trabajadores de diferentes áreas laborales	Palma M, Brito L, Idrovo AJ, Varona M.	https://www.redalyc.org/jatsRepo/8438/4345718018/index.html
10	REDALYC	Instituto Nacional de Salud	Colombia	Inglés	2016	Molecular biomarkers to assess health risks due to environmental contaminants exposure	Evaluación de la exposición a contaminantes ambientales. Biomarcadores de riesgo para evaluar los riesgos para la salud de los trabajadores	Jairo Poblete-Narredy, Amalfo Abores	https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=84340725008
11	SCIELO	Universidad de Córdoba	Colombia	Español	2014	Control of the exposure to solvents and DNA damage among rice field workers	Exposición a COVs en fábricas de muebles de las poblaciones del norte de Colombia	Yairis E. Vargas-Ramos y José L. Marrugo-Negrete	https://www.scielo.org/coecite/phi/ver/pt-sci/artext/pdf/S0124-64602014000100010.pdf
12	SCIENCE DIRECT	Fundación Universitaria Tecnológico Comfenávaro	Colombia	Inglés	2019	Control of the exposure to solvents and DNA damage among rice field workers	Control de la exposición de los pintores a solventes orgánicos volátiles en el sector automatizado del sur de Colombia	Bekly P. Castaño, Vladimir Ramirez, Julio A. Camacho	https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S260379118302415
13	SCIENCE DIRECT	Universidad CES	Colombia	Español	2017	Impaired colour vision in workers exposed to organic solvents: A systematic review	Dicromatopsia y exposición a solventes orgánicos: una revisión sistemática	Berancur-Sánchez AM, Vázquez-Trespalacios EM, Sarad-Correa C.	https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1887426300645
14	SCIENCE DIRECT	Instituto Nacional de Recerca sul Cáncer A.C.Camargo Cancer Center	Italia	Inglés	2016	The use of the lymphocyte cytokinesis-block micronucleus assay for monitoring pesticide-exposed populations	Indicadores para el seguimiento de poblaciones expuestas a pesticidas	Claudia Bologna, Nina Holland	https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1887426300645
15	PROQUEST	A.C.Camargo Cancer Center	Brazil	Inglés	2018	Epidemiology of multiple myeloma in 17 Latin American countries: an update	Epidemiología del mieloma múltiple en 17 países de América Latina: una actualización	Maria Paula Curado-Oliveira, Max M. Silva, Diego R. M. Sara, Dnyso J. B. de Moraes, Mariana de Moraes	https://link.springer.com/eproy/10.1007/s12220-018-0001-0
16	SPRINGER	Universidad del Rosario	Colombia	Inglés	2016	Quantification of cell-free DNA for evaluating genotoxic damage from occupational exposure to car paints	Control de la exposición de los pintores a solventes orgánicos volátiles en el sector automatizado del sur de Colombia	Ramírez-Chivjo, Mgela Carolina Sánchez-Corredor M, Rondón-Lagos M.	https://doi.org/10.1007/s12220-018-0001-0
17	DIALNET	Universidad del Valle, Cali	Colombia	Español	2015	Diagnóstico, evaluación y seguimiento de la hematuria microscópica. Un enfoque al alcance de todos	Diagnóstico, evaluación y seguimiento de la hematuria microscópica. Un enfoque al alcance de todos	Ricardo Contreras-García, Henry Andrés García-Perdomo	http://web.b.ebscohost.com/eproy/10.1007/s12220-018-0001-0
18	EBSCO	Universidad de Córdoba	Colombia	Español	2014	Exposición a COVs en fábricas de muebles de las poblaciones del norte de Colombia	Exposición a COVs en fábricas de muebles de las poblaciones del norte de Colombia	Yairis E. Vargas-Ramos y José L. Marrugo-Negrete	http://web.b.ebscohost.com/eproy/10.1007/s12220-018-0001-0
19	EBSCO	Instituto Nacional de Salud	Colombia	Español	2015	Evaluation of the exposure to solvents and DNA damage among rice carnos de la ciudad de Bogotá	Evaluación de la exposición a solventes orgánicos en pinos de carnos de la ciudad de Bogotá	Palma M, Brito L, Idrovo AJ, Varona M.	http://web.b.ebscohost.com/eproy/10.1007/s12220-018-0001-0
20	EBSCO	Universidad del Rosario	Colombia	Inglés	2016	High chromosomal instability in workers occupationally exposed to solvents and paint removers	Alta inestabilidad cromosómica en trabajadores expuestos ocupacionalmente a solventes y removedores de pintura	Villahe-Campos M, Chaire-Nock L, Sánchez-Corredor M, Rondón-Lagos M.	http://web.b.ebscohost.com/eproy/10.1007/s12220-018-0001-0
21	EBSCO	Universidad del Rosario	Colombia	Inglés	2014	Exposure to pesticide mixtures and DNA damage among rice field workers	Exposición a mezclas de plaguicidas y daño del ADN entre los trabajadores de los campos de arroz	Varona-Urbe M, Torres-Reyc, Díaz-Crillo S, Palma-Parra R, Narváez D, Carmona S.	http://web.b.ebscohost.com/eproy/10.1007/s12220-018-0001-0
22	SCOPUS	Fundación Universitaria Tecnológico Comfenávaro	Colombia	Inglés	2019	Control of the exposure to solvents and DNA damage among rice field workers	Control de la exposición de los pintores a solventes orgánicos volátiles en el sector automatizado del sur de Colombia	Bekly P. Castaño, Vladimir Ramirez, Julio A. Camacho	https://www.scopus.com/abstract.url?eid=2-S2173579416301189
23	SCOPUS	Universidad del Rosario	Colombia	Inglés	2016	Quantification of cell-free DNA for evaluating genotoxic damage from occupational exposure to car paints	Control de la exposición de los pintores a solventes orgánicos volátiles en el sector automatizado del sur de Colombia	Ramírez-Chivjo, Mgela Carolina Sánchez-Corredor M, Rondón-Lagos M.	https://www.scopus.com/abstract.url?eid=2-S2173579416301189
24	SCOPUS	Universidad del Rosario	Colombia	Inglés	2016	High chromosomal instability in workers occupationally exposed to solvents and paint removers	Alta inestabilidad cromosómica en trabajadores expuestos ocupacionalmente a solventes y removedores de pintura	Villahe-Campos M, Chaire-Nock L, Sánchez-Corredor M, Rondón-Lagos M.	https://www.scopus.com/abstract.url?eid=2-S2173579416301189
25	SCOPUS	Universidad del Rosario	Colombia	Inglés	2014	Exposure to pesticide mixtures and DNA damage among rice field workers	Exposición a mezclas de plaguicidas y daño del ADN entre los trabajadores de los campos de arroz	Varona-Urbe M, Torres-Reyc, Díaz-Crillo S, Palma-Parra R, Narváez D, Carmona S.	https://www.scopus.com/abstract.url?eid=2-S2173579416301189
26	SCOPUS	Instituto Nacional de Salud	Colombia	Español	2015	Evaluation of the exposure to solvents and DNA damage among rice carnos de la ciudad de Bogotá	Evaluación de la exposición a solventes orgánicos en pinos de carnos de la ciudad de Bogotá	Palma M, Brito L, Idrovo AJ, Varona M.	https://www.scopus.com/abstract.url?eid=2-S2173579416301189

Apéndice B: Estudios no publicados

UNIVERSIDAD/FACULTAD	PAIS	IDIOMA	AÑO DE PUBLICACION	NOMBRE DEL ARTICULO INGLÉS	NOMBRE DEL ARTICULO	AUTOR(ES)	LINK/URL
Universidad de Rosario	Colombia	Español	2017		Vigilancia médica para los trabajadores expuestos a benceno, tolueno y xileno	Paola Andrea Fonseca Patiño, Jose Alejandro Heredia Villarroja, Diana Marcela Navarrete Tarquino.	https://repository.urosario.edu.co/bitstream/handle/10336/1737/52088171.jsessionid=E734C256F64ED59A07D6F20C92975000?sequence=1
Universidad de Rosario	Colombia	Español	2018		Leucemia en trabajadores de estaciones de gasolina expuestos a benceno	Torres P, Ramirez L, Romero A.	https://repository.urosario.edu.co/bitstream/handle/10336/18854/TorresAguiar-Paola-
Universidad de Rosario	Colombia	Español	2015		RELACIÓN DE BIOMARCADORES DE DOSIS INTERNA CON SINTOMAS NEUROLÓGICOS Y DE CONDUCTA EN PINTORES DE CARROS DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ, 2015	Casañeda, et al	https://repository.urosario.edu.co/bitstream/handle/10336/12173/RESUMEN%20REPOSITORIO%20(2016).pdf?sequence=2&isAllowed=y
Universidad Industrial de Santander	Colombia	Español	2019		Estado del Arte de la Relación Existente entre el Daño a la salud y la exposición Ocupacional a Benceno en Trabajadores de Estaciones de Gasolina	Samirago, S	http://angara.uis.edu.co/bibloweb/tesis/2019/175946.pdf
UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELICHE	Colombia	Español	2017		RIESGO QUÍMICO Y SALUD AMBIENTAL EN COLOMBIA: ESTUDIO DE CASO CON HIDROCARBUROS AROMÁTICOS	Patiño, R	http://dspace.ambi.es/bitstream/11000/3579/1/TD%20Pati%C3%B1o%20F%20C%20Brez%20C%20Rosa%20Isabel.pdf