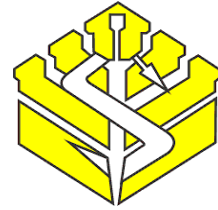




**UNIVERSIDAD DE CARABOBO  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD  
ESCUELA DE BIOANÁLISIS  
"PROFA. OMAIRA FIGUEROA"  
SEDE ARAGUA**



**ALTERACIONES HEMATOLÓGICAS Y BIOQUÍMICAS POR  
EXPOSICIÓN A BENCENO EN TRABAJADORES DE, Y  
CERCANOS A LAS ESTACIONES DE SERVICIO**

**Trabajo de Investigación presentado  
como requisito para aprobar la  
Asignatura por:**

Br. Daniel Florentino

Br. Johanna Garcia

Maracay, noviembre, 2023



**UNIVERSIDAD DE CARABOBO  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD  
ESCUELA DE BIOANÁLISIS  
"PROFA. OMAIRA FIGUEROA"  
SEDE ARAGUA**



**ALTERACIONES HEMATOLÓGICAS Y BIOQUÍMICAS POR  
EXPOSICIÓN A BENCENO EN TRABAJADORES DE, Y  
CERCANOS A LAS ESTACIONES DE SERVICIO**

**Trabajo de Investigación presentado  
como requisito para aprobar la  
Asignatura por:**

Br. Daniel Florentino  
Br. Johanna Garcia

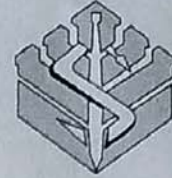
**Tutora Científica:**  
Profa. Bibi Nazila Ali

**Tutora Metodológica:**  
Profa. Karem Flores

Maracay, noviembre, 2023



UNIVERSIDAD DE CARABOBO  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD  
ESCUELA DE BIOANALISIS SEDE ARAGUA  
PROFESORA "OMAIRA FIGUEROA"  
DEPARTAMENTO CLÍNICO INTEGRAL  
ASIGNATURA: TRABAJO DE INVESTIGACIÓN



## VEREDICTO

Nosotros los abajo firmantes, miembros del jurado evaluador del Trabajo de Investigación titulado: **“Alteraciones hematológicas y bioquímicas por exposición a benceno en trabajadores de y cercanos a las estaciones de servicio”** presentado por los bachilleres Johanna García y Daniel Florentino con el fin de aprobar la Asignatura Trabajo de Investigación; después de la exposición y discusión pública del citado trabajo, consideramos que el mismo reúne los requisitos para **APROBARLO** como tal. En fe de lo cual se levanta la presente acta, el día lunes trece del mes de noviembre del año dos mil veintitrés, dejando constancia de que, conforme a lo dispuesto por la normativa vigente, actuó como Coordinadora del jurado, la Tutora Metodológica Profesora Karem Flores

Por otra parte, se hace constar para efectos académicos de convalidación, que el presente trabajo representa el equivalente al Trabajo de Grado reconocido en otras instituciones y el contenido del veredicto es auténtico.

Prof. Nazila Ali  
C.I.: 16.676.508  
Tutora Científica

Prof. Blanca León  
C.I.: 6865627  
Jurado Evaluador

Prof. Karem Flores  
C.I.: 5001700  
Coordinadora del Jurado







Universidad de Carabobo  
 Facultad Ciencias de la Salud  
 Escuela de Bioanálisis "Prof(a). Omaira Figueroa" Sede Aragua  
 Departamento Clínico Integral  
 Asignatura Trabajo de Investigación

XX JORNADAS DE INVESTIGACIÓN EN PREGRADO DE LA ESCUELA DE



BIOANÁLISIS

*"Profesora Margarita Navas"*

Otorgan:

**MENCIÓN HONDRÍFICA EN SU  
 TERCERA CLASE**



**AL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN TITULADO:**

**"Alteraciones hematológicas y bioquímicas por exposición a benceno en trabajadores de y cercanos a las estaciones de servicio"**



**Realizado por: Johanna García, Daniel Florentino  
 Tutora científica: Nazila Ali**

DIFUSA - FCSA



*Prof. José Corrado*  
 Decano de la Facultad de  
 Ciencias de la Salud



*Prof. Dayana Requena S.*  
 Directora de la Escuela de  
 Bioanálisis Sede Aragua



*Elizabeth Ferrer*  
 Prof. Elizabeth Ferrer  
 Directora de Investigación y Producción  
 Intelectual Sede Aragua

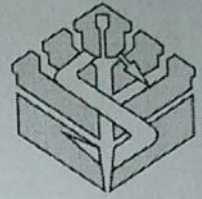


*Prof. María F. Baeza*  
 Coordinadora asignatura  
 Trabajo de Investigación

Maracay, 13 al 15 de noviembre de 2023



UNIVERSIDAD DE CARABOBO  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD  
ESCUELA DE BIOANÁLISIS  
"PROFA. OMAIRA FIGUEROA"  
DEPARTAMENTO CLÍNICO INTEGRAL  
TRABAJO DE INVESTIGACIÓN



Maracay, 13 de noviembre de 2023

**CONSTANCIA DE APROBACIÓN DEL TUTOR CIENTÍFICO**

En mi carácter de Tutora Científica del Trabajo titulado: Alteraciones hematológicas y bioquímicas por exposición a benceno en trabajadores de, y cercanos a las estaciones de servicio, el cual es presentado por los Bachilleres: Florentino, Daniel, C.I. 26.345.923 y García, Johanna, C.I. 24.792.741, para aprobar la asignatura Trabajo de Investigación, considero que el mismo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública por parte del jurado designado.

Profa. Bibi Nazila Ali

C.I. 16.676.508

## DEDICATORIA

Queremos agradecer principalmente a Dios, por guiarnos a lo largo de este camino lleno de obstáculos y dificultades. A nuestros padres, que se mantuvieron en constante apoyo y nos dieron fortaleza en los momentos que se volvieron más difíciles.

A nuestra familia en general, por sus palabras de aliento y motivación. A nuestros queridos tutores, porque más que guiarnos durante este proceso, nos brindaron de sus consejos y sabiduría, y fungieron como mentores en nuestra formación académica y también se hicieron parte fundamental de nuestro crecimiento como futuros profesionales.

Nuestro agradecimiento también va a cada una de las personas que formaron parte de este camino que, con una simple palabra de aliento, consejo y cariño, nos brindaron las herramientas para seguir adelante y pisar fuerte el camino hasta llegar a la meta más anhelada. ¡Gracias siempre!

***Johanna García***

***Daniel Florentino***

## **AGRADECIMIENTO**

Nuestro especial agradecimiento a la Empresa Café El Fuerte, Hotel Bermúdez, Centinela Servicio de Salud y Laboratorio Fitoquímica 20, por confiar en nosotros, brindarnos su apoyo financiero y por cedernos sus espacios durante este proceso; su aporte fue muy importante para el desarrollo de cada uno de los objetivos y metas que se trazaron a lo largo de esta investigación.

Agradecemos al Profesor Franklin Pacheco y a nuestra Tutora Científica, Profesora Nazila Ali, por su apoyo y asesoría durante el desarrollo de esta investigación, así como a nuestra Tutora Metodológica, Profesora Karem Flores, por su paciencia y dedicación. También queremos hacerle un especial agradecimiento a la profesora Yasmin Rubio Palis, quien nos guió durante la primera fase y nos impulsó a ser mejores cada día, dándonos las herramientas necesarias para realizar un trabajo de calidad; todos ellos en conjunto ayudaron a dar forma a este trabajo, dándole vida a esta investigación.

## ÍNDICE GENERAL

<b>LISTA DE TABLAS</b> .....	VIII
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	IX
<b>RESUMEN</b> .....	X
<b>ABSTRACT</b> .....	XI
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	1
Objetivo General.....	8
Objetivos Específicos .....	8
<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	9
Tipo de investigación .....	9
Población y muestra .....	9
Técnica e instrumento de recolección de datos.....	10
Técnica de recolección de muestras biológicas .....	11
Procedimiento experimental .....	12
Análisis de datos .....	14
<b>RESULTADOS</b> .....	15
<b>DISCUSIÓN</b> .....	23
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	28
Conclusiones .....	28
Recomendaciones .....	28
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	30
<b>GLOSARIO DE TÉRMINOS</b> .....	35
<b>ANEXOS</b> .....	38
ANEXO A.....	38
ANEXO B.....	42



## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Niveles de fenol (mg/g-creatinina) en personas con y sin exposición a benceno. ....	16
Tabla 2. Parámetros hematológicos en personas con y sin exposición a benceno. ....	17
Tabla 3. Niveles de TGO, TGP y fosfatasa alcalina (U/l) en personas con y sin exposición a benceno.....	18

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Asociación de los niveles de fenol con la antigüedad laboral. Exposición directa (A), Exposición Indirecta (B). .....	19
Figura 2. Asociación de los niveles de fenol con la concentración de glóbulos rojos (A), glóbulos blancos (B), plaquetas (C) y hemoglobina (D) en personas con exposición directa. ....	20
Figura 3. Asociación de los niveles de fenol con fosfatasa alcalina (A) y transaminasas (B). ....	21
Figura 4. Presencia y distribución de micronúcleos en personal con exposición Directa (Expo D), Indirecta (Expo I) y grupo Control. ....	21

**UNIVERSIDAD DE CARABOBO  
ESCUELA DE BIOANÁLISIS  
“PROFA. OMAIRA FIGUEROA”  
SEDE ARAGUA**

**ALTERACIONES HEMATOLÓGICAS Y BIOQUÍMICAS POR EXPOSICIÓN  
A BENCENO EN TRABAJADORES DE, Y CERCANOS A LAS  
ESTACIONES DE SERVICIO**

**Br. Daniel Florentino  
Br. Johanna García  
Tutora Científica: Profa. Bibi Nazila Ali  
Tutora Metodológica: Profa. Karem Flores  
Maracay, noviembre, 2023**

**RESUMEN**

El benceno es un hidrocarburo monoaromático con la capacidad de disolver y dispersar con facilidad gran cantidad de compuestos; también es utilizado como aditivo para aumentar el octanaje de la gasolina, y parte de este se emite a la atmósfera por combustión. La inhalación y el contacto dérmico constituyen las principales rutas de exposición, donde se distribuye especialmente hacia la médula ósea, hígado, riñones, cerebro y tejido adiposo, causando efectos tóxicos en ellos. El objetivo de esta investigación fue el de evaluar las alteraciones hematológicas y bioquímicas por exposición a benceno en trabajadores de, y cercanos a las estaciones de servicio del municipio Girardot, estado Aragua. Para ello se determinó la concentración de fenol en orina, parámetros hematológicos y perfil hepático de los trabajadores expuestos directa e indirectamente a benceno, asociando los valores a la antigüedad laboral. Se contó con la participación de 45 individuos: 15 expuestos directamente; 15 expuestos indirectamente; y un grupo control de 15 individuos, los cuales cumplieron con los criterios de inclusión. En los grupos expuestos directa e indirectamente se observó un aumento significativo de los niveles de fenol en orina con respecto al grupo control ( $89,4 \pm 16,2$ ;  $47,2 \pm 1,9$ ;  $27,8 \pm 4,3$  mg/g creatinina,  $p=0.011$ ). En cuanto a los parámetros hematológicos se evidenció que el conteo de glóbulos blancos, glóbulos rojos y plaquetas, se encontraba disminuido en los grupos directa e indirectamente expuestos frente al grupo control ( $p=0.032$ ,  $0.043$ ,  $0.035$  respectivamente), observándose también un aumento en los niveles de las enzimas hepáticas TGO, TGP y ALP ( $p=0.023$ ,  $0.041$  y  $0.032$  respectivamente) y mayor porcentaje de micronúcleos en el grupo directamente expuesto con respecto al grupo indirectamente expuesto y al grupo control. De acuerdo a lo hallado, se pudo evidenciar que la exposición constante a benceno provoca alteraciones a nivel hematológico y hepático.

**Palabras clave:** benceno, metabolito, toxicidad, exposición ocupacional.

**UNIVERSIDAD DE CARABOBO  
ESCUELA DE BIOANÁLISIS  
“PROFA. OMAIRA FIGUEROA”  
SEDE ARAGUA**

**HEMATOLOGICAL AND BIOCHEMICAL ALTERATIONS DUE TO  
EXPOSURE TO BENZENE IN WORKERS AT, AND NEAR GAS STATIONS**

**Br. Daniel Florentino  
Br. Johanna García  
Scientific Tutor: Prof. Bibi Nazila Ali  
Methodological Tutor: Prof. Karem Flores  
Maracay, november, 2023**

**ABSTRACT**

Benzene is a monoaromatic hydrocarbon with the ability to easily dissolve and disperse a large number of compounds; it is also used as an additive to increase the octane rating of gasoline, and part of it is emitted into the atmosphere through combustion. Inhalation and dermal contact constitute the main routes of exposure, then it is distributed especially to the bone marrow, liver, kidneys, brain and adipose tissue, causing toxic effects in them. The objective of this research was to evaluate hematological and biochemical alterations due to exposure to benzene in workers at, and near gas stations in the Girardot municipality, Aragua state. For this purpose, the concentration of phenol in urine, hematological parameters and liver profile of workers directly and indirectly exposed to benzene were determined, associating the values with work seniority. 45 individuals participated: 15 directly exposed; 15 indirectly exposed; and a control group of 15 individuals, who had the inclusion criteria. In the directly and indirectly exposed groups, a significant increase in urinary phenol levels was observed compared to the control group ( $89.4 \pm 16.2$ ;  $47.2 \pm 1.9$ ;  $27.8 \pm 4.3$  mg/ g creatinine,  $p=0.011$ ). Regarding the hematological parameters, it was evident that the count of white blood cells, red blood cells and platelets was decreased in the directly and indirectly exposed groups compared to the control group ( $p=0.032$ ,  $0.043$ ,  $0.035$  respectively), with an increase also observed in the concentration of liver enzymes TGO, TGP and ALP ( $p=0.023$ ,  $0.041$  and  $0.032$  respectively) and a higher percentage of micronuclei in the directly exposed group compared to the indirectly exposed group and the control group. According to the findings, it was evident that constant exposure to benzene causes hematological and hepatic alterations.

**Keywords:** benzene, metabolite, toxicity, occupational exposure.



## INTRODUCCIÓN

Según la Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR), el benceno, conocido también como bencol, es un líquido incoloro de olor dulce que se evapora al aire rápidamente, el cual es ligeramente soluble en agua y es sumamente inflamable (ATSDR, 2016). Este es un hidrocarburo monoaromático con características fisicoquímicas que le confieren la capacidad de disolver y dispersar con facilidad una gran cantidad de compuestos, por lo que es ampliamente usado para mejorar los procesos de producción en diversas actividades industriales, tales como la fabricación de pinturas, colas o adhesivos, desengrasantes, agentes limpiadores, en la producción de polímeros, plásticos, textiles, productos agrícolas, farmacéuticos y operaciones en refinerías de petróleo (Negrin *et al.*, 2014).

La gasolina es un subproducto proveniente de la destilación del petróleo crudo y se utiliza como combustible para los vehículos de motor. Su composición consta de variedad de compuestos aromáticos entre esos el benceno. Este aditivo se utiliza para aumentar octanaje y parte de este se emite a la atmósfera por combustión (Acosta y Real, 2022).

La inhalación y el contacto dérmico constituyen las principales rutas de exposición ocupacional al benceno, donde se distribuye especialmente hacia la médula ósea, hígado, riñones, cerebro y tejido adiposo; 80% se elimina por espiración, mientras que el restante 20% es absorbido y se excreta posteriormente por la orina como fenol, ácido s-fenilmercaptúrico y ácido mucónico aproximadamente en 48 horas (Fonseca *et al.*, 2007).

El metabolismo del xenobiótico comienza en el hígado con la oxidación vía citocromo P4502E1, con una biotransformación a fenol, que puede ser convertido enzimáticamente a catecol, el cual finalmente sufre una apertura del anillo, se transforma en trans, transmuconaldehído y luego en ácido trans, trans mucónico (AttM). Asimismo, el fenol puede ser hidroxilado a benzoquinonas. Finalmente, estos metabolitos son eliminados a través de la orina y el aire expirado, destacando además que aproximadamente 1% del benceno absorbido se elimina inalterado en la orina. Este periodo de eliminación ocurre en las 48 horas sucesivas a la exposición (Pacheco, 2018).

Una vez en el organismo, el benceno puede ocasionar diversos efectos a la salud por la exposición ocupacional. Se han señalado daños al sistema nervioso central, alteraciones respiratorias, gástricas, inmunológicas, con grandes cambios a nivel de la médula ósea por exposición crónica (Fonseca *et al.*, 2007), donde se evidencian alteraciones como anemia o hemorragias (ATSDR, 2016) y presencia de micronúcleos en los linfocitos (Pacheco, 2018), debido a su acción hematotóxica (Haro *et al.*, 2012); así como daños a nivel hepático y renal, que se reflejan en las variaciones de los valores de transaminasas y creatinina urinaria (Romero *et al.*, 2017).

Los micronúcleos (MN) son corpúsculos citoplasmáticos esféricos, detectados en interfase, más pequeños y con las mismas características morfológicas que el núcleo celular; se originan por pérdida de fragmentos cromosómicos o cromosomas enteros durante la división nuclear y tienen valor en el diagnóstico de genotoxicidad. El test de micronúcleos registra sólo las células binucleadas por bloqueo de la citocinesis con citochalasin B (CBMN), descartando el conteo de mononucleadas, trinucleadas, tetranucleadas, etc. Este artificio permite determinar qué células han estado

expuestas al mutágeno o sustancia a probar y han pasado recientemente primera división (Castillo *et al.*, 2011).

Los cromosomas de doble minuto, o doble minuto (dmin), son partículas de cromatina pequeñas, emparejadas, generalmente esféricas, que representan una forma de amplificación génica extracromosómica. A pesar de que los dmin se encuentran en una variedad de cánceres humanos, su presencia en neoplasias malignas hematológicas es inusual, con una frecuencia de 1%. Se ha informado que los dmin están asociados con progresión rápida de la enfermedad y leucemia mieloide aguda (LMA). El gen más comúnmente amplificado en los dmin es el *MYC*. Un subconjunto de neoplasias malignas hematológicas con amplificación de *MYC* también tiene la eliminación de todo o parte del brazo largo de cromosoma 8, que puede contribuir a la amplificación extracromosómica de *MYC*. Otra característica de LMA con dmin y la amplificación de *MYC*, es su gemación o expulsión de los núcleos de blastos leucémicos para formar micronúcleos intracitoplasmáticos (Huh *et al.*, 2016).

Los intermedios reactivos del benceno en el cuerpo pueden unirse covalentemente a macromoléculas que incluyen ADN, tubulina, histonas y topoisomerasa II en los tejidos (Sun *et al.*, 2009). Además, los metabolitos resultantes se producen junto con especies reactivas de oxígeno y, por lo tanto, causan estrés oxidativo y genotoxicidad posterior. Esto da como resultado daño celular y roturas de doble cadena de ADN; alterando así el ciclo celular normal, generando efectos cancerígenos en la médula ósea y el sistema linfo-hematopoyético (Ye *et al.*, 2015).

Huh *et al.* (2016), en un estudio realizado en el Centro Oncológico Anderson, de la Universidad de Texas, Houston, Estados Unidos, reportaron que pacientes con neoplasias mieloides pueden manifestar la presencia de

micronúcleos asociados a los cromosomas de doble minuto (dmin), los cuales indican un mal pronóstico de la enfermedad, donde todos los pacientes involucrados en el estudio terminaron falleciendo a causa de la enfermedad cinco meses luego de la detección de los dmin.

Así mismo, Rota *et al.* (2018), en una investigación realizada en Milán, Italia, encontraron que los trabajadores de gasolineras expuestos a benceno presentan modificaciones epigenéticas y transcripcionales de elementos repetitivos del ADN, donde a medida que aumenta la presencia de benceno excretado en la orina, se observa un incremento de la hipometilación global del ADN, lo cual puede estar altamente relacionado a la carcinogénesis. Se ha demostrado que la exposición excesiva al benceno puede ser perjudicial para el sistema inmunitario, aumentando las probabilidades de contraer infecciones y posiblemente disminuyendo las defensas del cuerpo contra el cáncer (ATSDR, 2016).

El Departamento de Salud y Servicios Humanos (DHHS) ha determinado que el benceno es un carcinógeno reconocido, y la exposición prolongada se ha asociado con el desarrollo de un tipo especial de leucemia, llamada leucemia mieloide aguda (ATSDR, 2016).

Maksoud *et al.* (2019) en su estudio realizado en Egipto, demostraron que la inhalación prolongada de benceno puede conducir a trastornos bioquímicos e inmunológicos, probablemente a través de la potenciación del estrés oxidativo y las vías de inflamación.

En Venezuela no hay evidencia de registros recientes donde se estime el número de trabajadores expuestos a solventes como el benceno por parte de ningún ente gubernamental; solo se cuenta con algunas estadísticas publicadas por Escalona *et al.* (1995), quienes indicaron que según los



reportes de morbilidad del Instituto Venezolano de los Seguros Sociales (IVSS), los efectos tóxicos de estas sustancias ocupaban el quinto lugar entre los motivos de consulta por la División de Medicina del Trabajo del IVSS.

Debido al alto riesgo toxicológico que posee el benceno, el monitoreo biológico de los trabajadores expuestos, de acuerdo a la Ley Orgánica de Prevención, Condiciones y Medio Ambiente de Trabajo (LOPCYMAT, 2005) y su norma, es una importante medida para la prevención de la intoxicación ocupacional, ya sea por la inhalación, debido a que éste se evapora rápidamente en el ambiente, o por contacto dérmico.

En trabajadores expuestos a solventes orgánicos como el benceno, se han evidenciado alteraciones caracterizadas por cambios en el número de células producidas en la médula ósea, cambios en parámetros hematológicos y alteraciones genéticas. La fragmentación del ADN, los micronúcleos y el porcentaje de células resultan ser significativamente más altos en los trabajadores expuestos que en aquellos que no desarrollan una actividad laboral ligada a su uso (Pacheco, 2018).

Las agencias internacionales han establecido límites de exposición ocupacional con el fin de reducir el riesgo de efectos adversos a la salud, que resultan en los sujetos expuestos a este hidrocarburo en su lugar de trabajo, los cuales se determinan en orina a través de la excreción directa de fenol, cuyo Índice Biológico de Exposición (BEIs) es de 50 mg/g creatinina (Pacheco, 2018) o de otros metabolitos como del ácido S-fenilmercaptúrico (25mg/g creatinina) y ácido mucónico (500 mg/g creatinina) (Encolombia, 2022). Sin embargo, falta uniformidad entre estas pautas al establecer los límites de exposición ocupacional, especialmente considerando que algunos factores individuales como la diversidad genética, predisponen a la población

a los efectos adversos para la salud relacionados con el benceno, incluso a niveles bajos de exposición (Ramírez *et al.*, 2021).

El benceno también puede provocar alteraciones a nivel hepático y renal, así como lo demostraron Asefaw *et al.* (2020), en su estudio de trabajadores de estaciones de servicio en Etiopía, obteniendo entre otros, que el nivel medio de transaminasa glutámico oxalacética (TGO) y transaminasa glutámico pirúvica (TGP), fue significativamente mayor entre los trabajadores de las gasolineras en comparación con los participantes del estudio control, existiendo un aumento significativo entre trabajadores con más de seis años de exposición, en comparación con los expuestos por 2 o menos años y 3 a 6 años.

En Venezuela, se han realizado en los últimos años varios estudios en los trabajadores de estaciones de servicio expuestos a benceno, como el llevado a cabo por Pacheco *et al.* (2016), en la ciudad de Maracay, estado Aragua, en el cual observaron que a medida que aumentan los niveles de fenol urinario, hay una disminución del conteo plaquetario. Pacheco y de Jesús (2018), reportaron el promedio de los niveles de fenol para el grupo de 69 trabajadores de estaciones de servicio, el cual fue mayor en comparación con el grupo sin exposición, donde también se demostró que hubo alteración en parámetros hematológicos, encontrando que 87% (60/99) presentó disminución de hemoglobina (Hb), concentración de hemoglobina corpuscular media (CHCM), hemoglobina corpuscular media (HCM) y volumen corpuscular medio (VCM), evidenciando alteraciones a nivel de los glóbulos rojos.

En otro estudio realizado por Pacheco (2018), en el municipio Francisco Linares Alcántara, se observó que los trabajadores de las estaciones de servicio presentaron niveles de fenol corregido con creatinina para el grupo con exposición ocupacional en un rango de 90.5 a 105.2 mg/g

creatinina en función del tiempo de exposición (años de antigüedad laboral), mientras que para el grupo sin exposición fue de 18.8 a 23.7 mg/g creatinina, evidenciando una concentración promedio de fenol en orina estadísticamente significativa en el grupo expuesto con respecto al grupo control, encontrando también que las muestras analizadas presentaron micronúcleos en 74.2 % del grupo expuesto.

Finalmente, cabe señalar que los efectos del benceno no solo afectan a los que laboran directamente en estaciones de servicio, sino que también se ha demostrado que hay personas que lo pueden absorber al encontrarse cerca de estaciones de servicio u otras fuentes de contaminación ambiental, evidenciando un aumento de exposición en escolares, vendedores informales, entre otros, así como lo evidenciaron Navasumrit *et al.* (2005) en su estudio llevado a cabo en Tailandia.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo General**

Evaluar las alteraciones hematológicas y bioquímicas por exposición a benceno en trabajadores de, y cercanos a las estaciones de servicio del municipio Girardot, estado Aragua.

### **Objetivos Específicos**

- Determinar la concentración de fenol en orina en los trabajadores de, y cercanos a las estaciones de servicio del municipio Girardot, estado Aragua.
- Cuantificar los parámetros hematológicos: conteo de glóbulos blancos (GB), glóbulos rojos (GR), concentración de hemoglobina (HB), hematocrito (HTO), volumen corpuscular medio (VCM), hemoglobina corpuscular media (HCM), concentración de hemoglobina corpuscular media (CHCM) y número de plaquetas en los trabajadores.
- Determinar marcadores hepáticos: transaminasa glutámico oxalacética (TGO), transaminasa glutámico pirúvica (TGP), y fosfatasa alcalina (ALP) en los trabajadores.
- Identificar micronúcleos en los linfocitos de los trabajadores bajo estudio.
- Asociar los niveles de fenol con los parámetros hematológicos y hepáticos de los trabajadores bajo estudio.



## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **Tipo de investigación**

La presente investigación fue de tipo descriptiva, mediante la cual se relacionó la exposición a benceno en trabajadores con las características seleccionadas para el estudio. La investigación también se considera de campo, ya que la toma de muestras se realizó en los trabajadores de, y cercanos a las estaciones de servicio, en sus respectivos lugares de trabajo, donde ocurre el proceso de exposición. Adicionalmente, la investigación fue de tipo transversal debido a que se evaluaron los niveles de exposición en trabajadores expuestos en un tiempo determinado.

### **Población y muestra**

Para determinar el tamaño de la población, se realizó un censo para establecer el número de trabajadores de las estaciones de servicio operativas pertenecientes al municipio Girardot, estado Aragua.

La muestra estuvo constituida por 15 trabajadores expuestos directamente a benceno y 15 trabajadores expuestos indirectamente, que cumplieron con los criterios de inclusión. El muestreo fue de tipo no probabilístico intencional, ya que se realizó con base en criterios de inclusión establecidos.

Adicionalmente, el grupo expuesto se comparó con un grupo control, el cual estuvo conformado por 10 trabajadores del Hotel Bermúdez y 5 trabajadores de la Facultad de Ciencias de la Salud, sede Aragua, que no se encontraban expuestos a ningún solvente orgánico y que cumplían con los criterios de inclusión establecidos.

### **Criterios de inclusión**

- Género: ambos sexos
- Edad: mayor o igual a 18 años
- Antigüedad laboral: mayor o igual a 6 meses
- No manipular otros solventes (tolueno y xileno) dentro y fuera de su área laboral
- No presentar patología renal aguda o crónica
- No presentar patología hematológica ni hepática de etiología conocida.

### **Técnica e instrumento de recolección de datos**

Para la selección adecuada de los participantes se aplicó un consentimiento informado (anexo A), donde se les explicó a los trabajadores los objetivos del estudio y los efectos perjudiciales del solvente al cual se encuentran expuestos constantemente.

La técnica de recolección de datos se realizó a través de una hoja de encuesta (anexo B), la cual constó de una serie de preguntas con datos sociodemográficos como edad, sexo, antigüedad laboral, condiciones laborales, de seguridad e higiene, a las cuales se encuentran sometidos, hábitos tabáquicos y alcohólicos, y actividades extralaborales que involucren el uso de disolventes, y luego se procedió a explicar cómo debían recolectar adecuadamente la muestra de orina.

## **Técnica de recolección de muestras biológicas**

### **Recolección de muestras de orina**

A cada trabajador participante en el estudio, se le hizo entrega de un protocolo, donde se les orientó la forma correcta de recolección de la muestra y el día de su toma. Cada participante recolectó una muestra de 20 mL de orina aproximadamente en un recipiente limpio y estéril, la cual fue tomada el último día de la jornada de trabajo de la semana, en las últimas 4 horas de exposición. Inmediatamente después de recolectar todas las muestras, se realizó su traslado al laboratorio de metales pesados ubicado en la Universidad de Carabobo, sede Aragua, donde fueron procesadas.

### **Extracción de muestras sanguíneas**

Posterior a la recolección de las muestras de orina, a cada trabajador se le realizó, cumpliendo las reglas de asepsia y antisepsia, una extracción de 7 mL de sangre al comienzo de la jornada de trabajo. Se colocaron 3 mL de sangre en un tubo con 2 gotas de ácido etilendiaminotetraacético (EDTA) como anticoagulante para el análisis de los parámetros hematológicos: conteo de glóbulos blancos (GB), glóbulos rojos (GR), concentración de hemoglobina (HB), hematocrito (HTO), volumen corpuscular medio (VCM), hemoglobina corpuscular media (HCM), concentración de hemoglobina corpuscular media (CHCM), número de plaquetas, y frotis de sangre periférica.

También se colocaron 4 mL de sangre en un tubo estéril sin anticoagulante para obtener suero, el cual fue utilizado para las determinaciones bioquímicas de transaminasas, transaminasa glutámico oxalacética (TGO), transaminasa glutámico pirúvica (TGP), fosfatasa alcalina, y creatinina.

## **Procedimiento experimental**

### **Determinación de transaminasas y fosfatasa alcalina en suero**

El método analítico para la medida de enzimas hepáticas fue el método de Wiener Lab (2000a). Para realizar las lecturas se utilizó un analizador semiautomático de química sanguínea, espectrofotómetro modelo Génesis 20.

### **Determinación de creatinina en orina**

Para la determinación de creatinina en orina se utilizó la técnica de Jaffé-colorimétrico-cinético, la cual se basa en que la creatinina reacciona con el picrato alcalino en medio tamponado, previa desproteización con ácido pícrico, obteniéndose un cromógeno que se mide con un espectrofotómetro, luego se procedió a diluir las muestras 100 veces, obteniéndose un volumen final de 10 mL. Se tomó una alícuota de 2 mL por duplicado para la reacción de color y se agregaron a las alícuotas de muestras diluidas, patrones y blancos, 1 mL del picrato alcalino, se mezcló bien y se esperaron 15 minutos. Luego se leyó a 540 nm en un espectrofotómetro, modelo Génesis 20.

### **Determinación de fenoles en orina**

Se utilizó el método Theis-Benedict sugerido por Müting *et al.* (1970). La presencia de fenoles en la orina se determinó cuantificando el complejo coloreado que se forma entre el grupo fenol y el diazocompuesto (p-nitroanilina con nitrito de sodio al 10%), en un medio alcalino a través de un espectrofotómetro. Se procedió a diluir la orina 1:100, luego se agregaron 2 mL de las muestras diluidas en tubos de ensayo. A cada tubo se le añadieron 0,2 mL de goma arábica, 0,2 mL de acetato de sodio y 0,2 mL de diazocompuesto, fueron agitados y se dejaron reposar durante un minuto. Por último, se añadió 0,4 mL de carbonato de sodio al 20% y se procedió a

leer la absorbancia a 500 nm en el espectrofotómetro. Por medio de la curva de calibración se determinaron las concentraciones expresadas en g/L.

### **Determinación de los parámetros hematológicos**

Se empleó el autoanalizador hematológico marca Mindray 97 para el análisis de glóbulos blancos, glóbulos rojos, hemoglobina, hematocrito, plaquetas, e índices hematimétricos.

### **Recuento de micronúcleos en sangre periférica**

Metodología según Zalacain *et al.* (2005), modificado por Pacheco *et al.* (2018). El protocolo básico para el recuento de micronúcleos en sangre periférica consiste en el aislamiento de los glóbulos blancos mediante una centrifugación en gradiente en sangre total. Se tomó aproximadamente 1 mL de sangre de cada tubo con EDTA y se centrifugaron a 3500 rpm por 5 minutos. Se retiró el sobrenadante y con la capa blanca se realizó un extendido en una lámina porta objeto, se fijó con metanol para su posterior coloración con colorante Giemsa por 5 minutos. Con objetivo de 40X se contaron el número de células binucleadas las cuales permiten identificar indirectamente la presencia de los micronúcleos (Castillo *et al.*, 2011), mediante la observación de 10 campos, hasta haber contado 100 células.

### **Análisis del Efecto Genotóxico del Benceno: Ensayo del Cometa**

Antes de realizar el ensayo, se comprobó la viabilidad de las muestras de sangre. Se utilizó la técnica descrita por Boechat *et al.* (2015), utilizando diacetato de fluoresceína (30 µg/ml) y bromuro de etidio (8 µg/mL). La muestra de sangre (50 µL) se mezcló con un volumen igual de colorante, que luego se colocó en un portaobjeto con un cubreobjeto para su análisis bajo un microscopio de fluorescencia.

## **Análisis de datos**

Se aplicó un análisis estadístico descriptivo utilizando medidas de tendencia central y de dispersión (media y desviación estándar), prueba U de Mann Whitney para evidenciar la diferencia en los niveles de fenol entre el grupo expuesto y el grupo control, y se usó la correlación de Pearson para evidenciar si los niveles de fenol aumentaban en función al tiempo de exposición y la prueba de Chi de Pearson para asociar la presencia de micronúcleos con la exposición a benceno, siendo esto luego analizado mediante el software Statixtic 9.0 para Windows.

## RESULTADOS

### 1. Características sociodemográficas y laborales de la población en estudio y grupo control

Se tuvo la participación de un total de 45 individuos (previo consentimiento informado), los cuales reunieron los criterios de inclusión, distribuidos de la siguiente manera:

1) **Grupo expuesto directamente:** 15 trabajadores (2 mujeres y 13 hombres) de las estaciones de servicio, con un promedio de edad de 38,3 años y una antigüedad laboral de 2 a 30 años.

2) **Grupo expuesto indirectamente:** 15 trabajadores (6 mujeres y 9 hombres) de locales aledaños a las estaciones de servicio, con un promedio de edad de 29,3 años y una antigüedad laboral de 6 a 13 años.

3) **Grupo control:** conformado por 15 trabajadores (5 mujeres y 10 hombres), cuya actividad laboral no estaba ligada al uso o exposición indirecta a la gasolina o solventes orgánicos, con un promedio de edad de 32,6 años y una antigüedad laboral de 3,4 a 18 años.

### 2. Determinación de la concentración de fenol en orina (mg/g Creatinina) en los trabajadores de, y cercanos a las estaciones de servicio

Los niveles de fenol en orina en el grupo con exposición directa estuvieron en un rango de 73,2 a 105,8 mg/g creatinina. Para el grupo con

exposición indirecta el rango fue de 45,3 a 49,1 mg/g creatinina. Así mismo la prueba de media de T-Student arrojó que existe diferencia estadística significativa (0.011) al comparar estos dos grupos entre sí, destacando además que los dos grupos evaluados (expuesto directamente e indirectamente) son diferentes estadísticamente respecto al grupo control, cuyo rango de concentración fue de 23,4 a 32,3 mg/g creatinina (tabla 1).

**Tabla 1. Niveles de fenol (mg/g creatinina) en personas con y sin exposición a benceno.**

<b>Prueba</b>	<b>Expuesto D (M ± DS)</b>	<b>Expuesto I (M ± DS)</b>	<b>Grupo control (M ± DS)</b>	<b>P</b>
<b>Fenol</b>	89,4 ± 16,2	47,2 ± 1,9	27,8 ± 4,3	0,011**

\*\* Significativo la comparación Grupo control vs Expuesto D y Expuesto I  
M= media; DS = desviación estándar

**3. Cuantificar los parámetros hematológicos: conteo de glóbulos blancos (GB), glóbulos rojos (GR), concentración de hemoglobina (HB), hematocrito (HTO), volumen corpuscular medio (VCM), hemoglobina corpuscular media (HCM), concentración de hemoglobina corpuscular media (CHCM) y número de plaquetas en los trabajadores.**

En relación al efecto del solvente en los parámetros hematológicos se observó que en los tres grupos, los valores están dentro del rango referencial, sin embargo, es apreciable la diferencia entre cada uno de los grupos. En este sentido la prueba de media de t-Student arrojó que para los parámetros hematológicos: glóbulos blancos, glóbulos rojos, Hb y plaquetas hubo diferencia estadísticamente significativa para: GB (P=0.032), GR



(P=0.043), HB (P=0.025), HCT (P=0.294), VCM (P=0.232), HCM (P=0.423) y PLT P=0.035) (tabla 2).

**Tabla 2. Parámetros hematológicos en personas con y sin exposición a benceno.**

<b>Prueba</b>	<b>Expuesto D (M ± DS)</b>	<b>Expuesto I (M ± DS)</b>	<b>Control (M ± DS)</b>	<b>P</b>
<b>GB</b>	6,0 ± 1,2	5,4 ± 1,3	8,2 ± 0,6	0,032**
<b>GR</b>	3,6 ± 0,2	4,0 ± 0,38	4,2 ± 0,6	0,043*
<b>HB</b>	11,2 ± 0,9	12,40 ± 1,0	13,3 ± 1,1	0,025*
<b>HCT</b>	37,2 ± 3,2	36,9± 3,5	38,0 ± 2,5	0,294
<b>VCM</b>	90,2 ± 5,3	88,8 ± 4,4	88,2 ± 4,98	0,232
<b>HCM</b>	30,1 ± 1,176	29,90 ± 1,8	29,3 ± 3,2	0,423
<b>PLT</b>	210,2± 31,2	254,32 ± 17,3	302,4 ± 43,1	0,035**

\*\* Significativo la comparación Grupo control vs Expuesto D y Expuesto I

\* Significativo la comparación Grupo control vs Expuesto D.

M= media; DS = desviación estándar

#### **4. Determinación de los marcadores indirectos de exposición: TGO, TGP y fosfatasa alcalina (U/l) en personas con y sin exposición a benceno**

Los valores obtenidos de fosfatasa alcalina en el grupo con exposición directa estuvieron en un rango de 117,5 a 126,1 U/l, para el grupo con exposición indirecta de 82,5 a 87,9 U/l y el grupo control de 80 a 94,2 U/l. De los tres grupos, el de exposición directa fue el que presentó mayor incremento de las concentraciones de TGO y TGP. Así mismo se evidenció un comportamiento homogéneo en las concentraciones de TGP y TGO en el grupo de exposición indirecta y el grupo control. Aplicando la prueba t-Student para muestras independientes se evidencia que existe una diferencia estadísticamente significativa para: TGO (P=0.023), TGP (P=0.041), y ALP

(P=0.032) en los biomarcadores hepáticos entre el grupo de exposición directa y el grupo control (tabla 3).

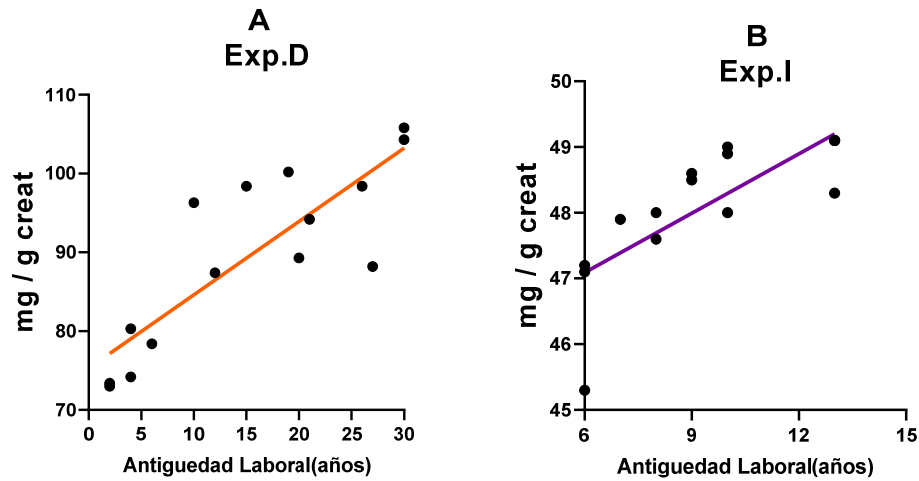
**Tabla 3. Niveles de TGO, TGP y fosfatasa alcalina (U/l) en personas con y sin exposición a benceno.**

<b>Prueba</b>	<b>Expuesto D (M ± DS)</b>	<b>Expuesto I (M ± DS)</b>	<b>Control (M ± DS)</b>	<b>P</b>
<b>TGO</b>	36,4 ± 2,62	27,3 ± 2,3	26,4 ± 1,4	0,023*
<b>TGP</b>	39 ± 1,1	25,3 ± 2,2	28,2 ± 1,7	0,041*
<b>Fosfatasa Alcalina</b>	121,8 ± 4,3	85,2 ± 2,7	82,1 ± 2,1	0,032*

\* Significativo la comparación Grupo control vs Expuesto D.  
M= media; DS = desviación estándar

### **5. Asociación de los niveles de fenol con la antigüedad laboral del personal con exposición directa e indirecta a benceno**

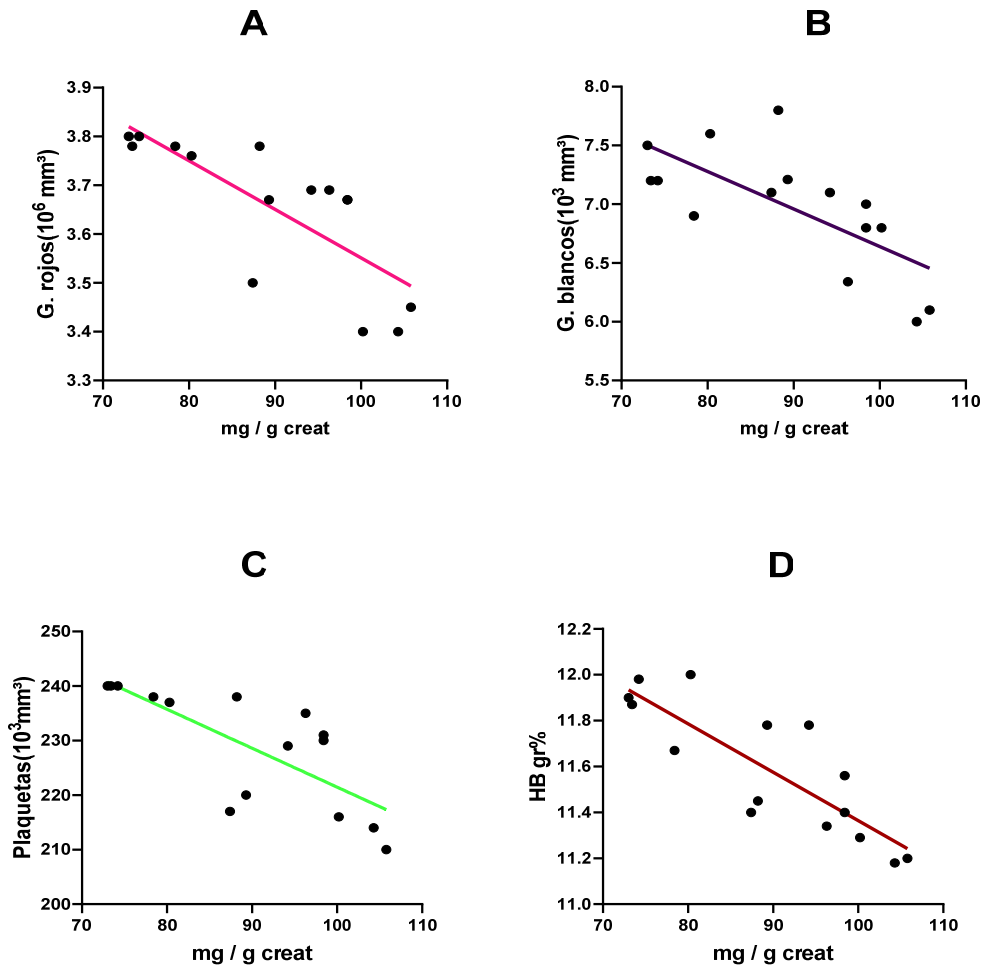
Como fue detallado anteriormente, los niveles de fenol de ambos grupos fueron estadísticamente significativos. En este sentido se procedió a realizar los gráficos de regresión lineal (figura 1), en los cuales se observó que el aumento de la concentración de fenol está en función al tiempo de antigüedad laboral (Exp. D  $r=0,989$ ; Exp. I  $r=0,978$ ), independientemente del tipo de exposición (directa e indirecta), es decir, existe una elevada interacción del solvente.



**Figura 1. Asociación de los niveles de fenol con la antigüedad laboral. Exposición directa (A), Exposición Indirecta (B).**

**6. Asociación de los niveles de fenol con la concentración de glóbulos rojos (GR), glóbulos blancos, plaquetas y hemoglobina (Hb) en personas con exposición directa a benceno**

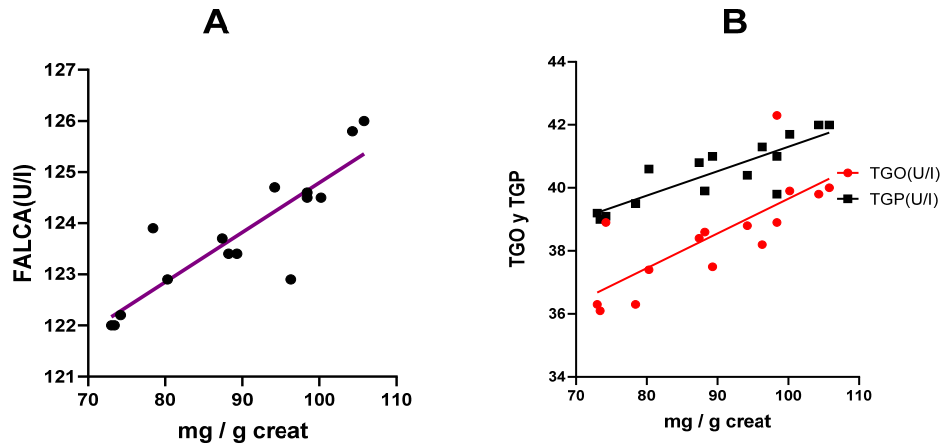
En la figura 2, se observa que el fenol posee una negativa significativa respecto al conteo de glóbulos rojos, blancos, plaquetas y la concentración de hemoglobina. Esto quiere decir que existe una tendencia a disminuir dichos parámetros conforme aumenta la concentración de fenol en el organismo. Los valores de r en cada caso fueron: (A)  $r=0,098$ ; (B)  $r=0,099$ ; (C)  $r=0,998$ ; (D)  $r=0,997$ .



**Figura 2. Asociación de los niveles de fenol con la concentración de glóbulos rojos (A), glóbulos blancos (B), plaquetas (C) y hemoglobina (D) en personas con exposición directa.**

**7. Asociación de los niveles de fenol con fosfatasa alcalina, TGO y TGP en personas con exposición directa a benceno**

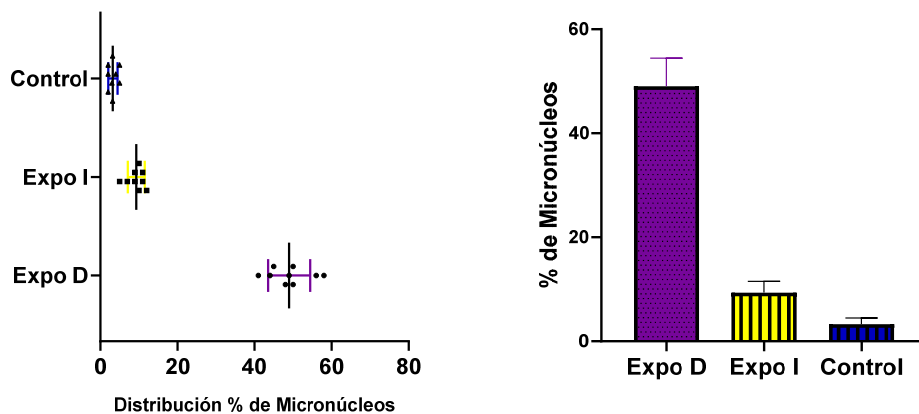
Los gráficos de regresión lineal arrojaron que los niveles de fenol presentan una asociación positiva significativa (A  $r=0,999$  y B  $r=0,986-0,998$ ), lo que indica que existe una tendencia en aumentar ambos analitos de forma proporcional (figura 3).



**Figura 3. Asociación de los niveles de fenol con fosfatasa alcalina (A) y transaminasas (B).**

### 8. Determinación y distribución del porcentaje de micronúcleos

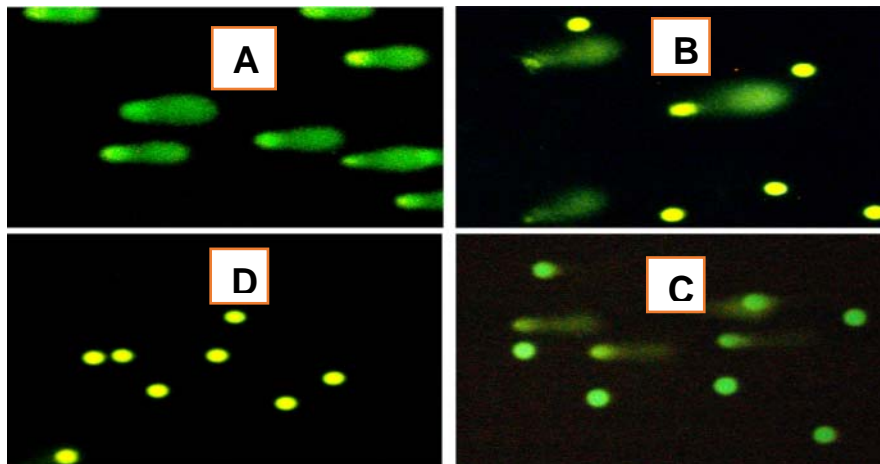
Referente a la determinación de micronúcleos, se observó que el personal con exposición directa a la gasolina presentó el mayor porcentaje con una distribución heterogénea, lo que guarda relación con el tiempo de antigüedad laboral. Si bien el grupo con exposición indirecta tuvo un porcentaje por debajo del 20%, este fue superior al grupo control (figura 4).



**Figura 4. Presencia y distribución de micronúcleos en personal con exposición Directa (Expo D), Indirecta (Expo I) y grupo Control.**

### 9. Análisis del Efecto Genotóxico del Benceno: Ensayo del Cometa

Para demostrar la capacidad genotóxica del benceno, se tomaron 3 muestras de pacientes expuestos directamente, y una muestra del grupo control, y se les realizó el ensayo del cometa, por medio del cual se pone en manifiesto la fragmentación nuclear que ocurre en las células de las personas con exposición prolongada a benceno.



**Figura 5. Observación de la fragmentación nuclear de los linfocitos mediante microscopía de fluorescencia en trabajadores expuestos a benceno (A, B y C), y ausencia de fragmentación en grupo control (D).**

## DISCUSIÓN

Se ha determinado que la presencia de benceno en la gasolina puede afectar la salud de la población, ya que al ser un compuesto volátil se evapora con gran facilidad, poniéndose en contacto con la atmósfera y por consecuencia con la población (Alcántar *et al.*, 2019).

En el presente estudio se observó que el fenol, biomarcador directo de exposición a benceno, presentó valores significativamente superiores en los grupos de trabajadores expuestos directa e indirectamente a este solvente en comparación con el grupo control. Estos valores están asociados a los años de antigüedad laboral, debido a un alto nivel de benceno en la atmósfera que se encuentra tanto en las estaciones de servicio como en el perímetro próximo a ellas, por lo que los niveles elevados de fenol en orina son esperados, ya que de acuerdo a la Agencia para Sustancias Tóxicas y Registro de Enfermedades (ATSDR), las estaciones de servicio son una de las principales fuentes de exposición a benceno (ATSDR, 2016).

Comparando estos hallazgos con la investigación realizada por Scheepers *et al.* (2019), en la cual evaluaron el nivel de exposición a benceno, tolueno y p-, m-, o-xileno (BTX) en 29 empleados de gasolineras y 16 trabajadores de oficina en Sri Lanka, encontrando que los niveles de fenol de todos los trabajadores estaban por encima del Índice Biológico de Exposición (BEIs hasta 50 mg/g creatinina), en el cual concluyeron que trabajar en una gasolinera conlleva una exposición por inhalación y exposición ocasional de la piel a BTX y que es necesario tomar medidas preventivas para reducir la exposición. Así mismo son similares a lo hallado por Pacheco *et al.* (2018), en la ciudad de Maracay, Venezuela, donde realizaron un estudio en el que determinaron las concentraciones de fenol en muestras de orina de una población conformada por trabajadores de un taller

de latonería expuestos a benceno, encontrando diferencia significativa respecto al grupo sin exposición.

La exposición humana al benceno en el entorno laboral es un problema mundial de salud ocupacional y se ha establecido que este solvente requiere ser metabolizado para inducir sus efectos hematológicos (Santana *et al.*, 2020). El presente estudio demostró que los niveles de glóbulos blancos, hemoglobina, hematocrito, recuento de glóbulos rojos y el conteo plaquetario en los trabajadores expuestos fue significativamente menor que en el grupo control. Se pudo evidenciar que la exposición a benceno a lo largo del tiempo ocasiona aumento en los niveles de fenol, y a medida que éstos aumentan, los parámetros hematológicos tienden a disminuir.

Así como también lo evidenciaron Muda *et al.* (2014) y Pacheco *et al.* (2016), en trabajadores de estaciones de servicio de la ciudad El Cairo, Egipto y de la ciudad de Maracay, Venezuela respectivamente; estudios en los cuales hubo diferencia significativa en cuanto al conteo plaquetario entre el grupo expuesto y el grupo control, con una correlación negativa significativa respecto al tiempo de exposición, lo cual indica una disminución en el número de plaquetas conforme aumenta el tiempo de antigüedad. Así mismo Pacheco y de Jesús (2018), quienes determinaron los parámetros hematológicos por exposición ocupacional a benceno en estaciones de servicio de Venezuela, encontraron diferencias estadísticamente significativas en los niveles de fenol y hemoglobina del grupo evaluado en comparación al grupo control.

Por otra parte, la relación o asociación positiva que existe entre la concentración de fenol en orina y la antigüedad laboral debe tomarse en cuenta, ya que de acuerdo a la International Agency for Research in Cancer



(IARC) y la Environmental Protection Agency (EPA), el benceno es considerado cancerígeno y la exposición prolongada puede producir leucemia mieloide aguda (ATSDR, 2016).

En cuanto a los marcadores indirectos hepáticos, el presente estudio mostró diferencias estadísticamente significativas en la determinación de las actividades de las enzimas transaminasas (TGO, TGP) entre el grupo expuesto directamente a benceno y el grupo control, lo cual coincide con lo reportado por Asefaw *et al.* (2020), donde los participantes del estudio que estuvieron expuestos a la gasolina experimentaron un aumento promedio significativo de TGO, TGP, urea, creatinina y ácido úrico (mg/dL) en comparación con los participantes del estudio no expuestos. A su vez, como marcador hepático indirecto, también se midieron los niveles de Fosfatasa alcalina (ALP), en los cuales se evidenció un aumento significativo de la media, donde posiblemente, la exposición constante y durante mayor tiempo (por años de antigüedad laboral) conlleva a alteraciones hepáticas en estos trabajadores. Los efectos del benceno en estos parámetros bioquímicos también son observables en actividades laborales previas a la distribución de la gasolina.

Tal es el caso del estudio realizado por D'Andrea y Reddy (2017), el cual fue el de evaluar los efectos sobre la salud por la exposición prolongada a benceno en la refinería de British Petroleum (BP) en la ciudad de Texas, Estados Unidos, hallando que los niveles séricos de ALP (UI/l), TGO y TGP estaban significativamente elevados en los sujetos expuestos al benceno en comparación con los sujetos no expuestos.

El aumento significativo de TGO y TGP está en consonancia con otros estudios realizados en Egipto, Nigeria, Turquía, Palestina, India y Brasil. Esta observación puede deberse al hecho de que los hidrocarburos, que son un

componente importante de los productos derivados del petróleo, se metabolizan en el hígado por las vías oxidativas CYP450 2E1 que contribuyen a la producción de radicales libres y metabolitos de quinina como fenol, hidroquinona, benzoquinona y 1,2,4 bencenotriol. Estos radicales libres y metabolitos tóxicos causan peroxidación lipídica y daño de membrana celular hepática, que provoca la liberación de enzimas hepáticas en la circulación (Asefaw *et al.*, 2020).

El daño causado por el benceno a nivel celular está relacionado con su capacidad para atravesar las membranas celulares y nucleares e interactuar con las bases nitrogenadas del ADN, debilitando sus enlaces, lo que podría resultar en mutaciones genéticas (Ferla *et al.*, 2023). Por tal razón es necesario, utilizar pruebas de mayor nivel como las citogenéticas, para detectar daños y dilucidar los efectos mutagénicos de la exposición (Mendes *et al.*, 2017). Es por ello que los micronúcleos son indicadores de mutagenicidad derivada del daño genotóxico a las células epiteliales y preceden a la carcinogénesis real (Salem *et al.*, 2018).

Como fue observado en los resultados, la prueba de determinación de micronúcleos, arrojó que el grupo con exposición directa presentó el porcentaje más alto de micronúcleos, lo que guarda relación con los niveles de fenol de estos trabajadores. Resultados similares fueron reportados por Maciel *et al.* (2022), cuyo estudio consistió en investigar los efectos genotóxicos, sobre las células exfoliadas de la mucosa oral en asociación con la exposición ocupacional entre los empleados de gasolineras en Santarem, Pará, Brasil, hallando que la frecuencia de micronúcleos fue mayor entre los empleados de las gasolineras en comparación con el grupo no expuesto al benceno. En Venezuela en los últimos 20 años el único reporte de la presencia de micronúcleos en trabajadores de estaciones de servicio fue realizado por Pacheco (2018), el cual encontró que los

trabajadores encargados de dispensar la gasolina, de tres estaciones del municipio “Francisco Linares Alcántara”, presentaron el mayor porcentaje de micronúcleos en comparación al grupo control.

Todos estos efectos a la salud como consecuencia de su utilización, constituyen una preocupación en el ámbito mundial, debido a que afecta a millones de personas que día a día se encuentran expuestas en ambientes laborales donde es usual que la concentración de benceno se encuentre entre 100-1500 mg/m<sup>3</sup>, lo que explica su presencia en el organismo de trabajadores expuestos. En Venezuela, se desconoce la cantidad exacta de trabajadores expuestos a solventes como el benceno, además, en el país se observa cada día el incremento de trabajadores de estaciones de servicio expuestos a dicho tóxico, afectados por diferentes patologías (Negrín *et al.*, 2014).

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **Conclusiones**

- Se encontraron niveles elevados de fenol en orina tanto en trabajadores expuestos directamente como en los indirectamente expuestos a benceno.
- Los parámetros hematológicos tienden a disminuir tanto en trabajadores expuestos directa e indirectamente, a diferencia del grupo control en donde no se ven alterados.
- Se observó un aumento significativo de las enzimas hepáticas (ALP, TGO Y TGP), de acuerdo al tiempo de exposición.
- La presencia de micronúcleos está relacionada en función del tiempo de exposición a benceno.

### **Recomendaciones**

- Los encargados del personal que labora en las estaciones de servicio deben asegurarse de que los trabajadores que manipulan la gasolina usen una indumentaria y protección adecuada, evitando el contacto directo con la piel.

- Se sugiere que los trabajadores expuestos tanto directa como indirectamente se realicen estudios periódicos cada 6 meses para llevar un control tanto de los parámetros hematológicos como de las enzimas hepáticas, y así como también de conocer sus niveles de fenol en orina.
- Realizar jornadas de información y concientización tanto a trabajadores de estaciones de servicio, como a la población cercana de las mismas, para informarles acerca de los efectos nocivos del benceno a la salud.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta, H. y Real, G. (2022). Exposición al benceno en las estaciones de servicio. *Alfa Publicaciones*, 4 (1.1), 485-498. <https://doi.org/10.33262/ap.v4i1.1.176>
- Agencia para sustancias tóxicas y el registro de enfermedades (ATSDR) (2016). División de Toxicología y Medicina *Ambiental*. *Resumen de salud pública-benceno* (tomado de la página web de Servicio de Salud Pública benceno). Disponible: [https://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es\\_phs3.html](https://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs3.html) [Consulta: octubre 22, 2023].
- Alcántar, F., Elizalde R., Olvera M., López D. y Cruz M. (2019). Análisis del contenido de benceno en las gasolinas y estimación de emisiones de este compuesto al ambiente. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 36 (2), 321–331. <https://doi.org/10.20937/RICA.53402>
- Asefaw, T., Wolde, M., Edao, A., Tsegaye, A., Teklu, G., Tesfay F. *et al.* (2020). Assessment of liver and renal function tests among gasoline exposed gas station workers in Mekelle city, Tigray region, Northern Ethiopia. *PLoS ONE*. 15 (10), 1-9. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0239716>
- Boechat, N., Carvalho, K., Salomão, S., de Castro, S., Araujo, C., Mello, F. *et al.* (2015). Studies of genotoxicity and mutagenicity of nitroimidazoles: demystifying this critical relationship with the nitro group. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 110 (2015) 492–499. <https://doi.org/10.1590/0074-02760140248>.
- Castillo, E., Guevara, M. y Fujita, R. (2011). Optimización del test de micronúcleos en linfocitos cultivados usando una metodología de gradiente y frotis. *Revista peruana de biología*, 18 (2), 261 - 263. [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1727-99332011000200022&script=sci\\_abstract](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1727-99332011000200022&script=sci_abstract) [Consulta: Noviembre 11, 2023].
- D'Andrea, M. A. y Reddy, G. K. (2017). Benzene exposure from the BP refinery flaring incident alters hematological and hepatic functions among smoking subjects. *International journal of occupational medicine and environmental health*, 30(6), 849–860. <https://doi.org/10.13075/ijomeh.1896.00985>

- Encolombia. (2022). *Índices de exposición biológicos para evaluar la exposición ocupacional a los Agentes del Tipo BTX-EB*. Disponible: <https://encolombia.com/medicina/guiasmed/benceno/recomendaciones-5-2/> [Consulta: Abril 10, 2022].
- Escalona, E., Yanes, L. y Feo, O. (1995). Diagnóstico precoz de alteraciones neuropsicológicas en trabajadores venezolanos expuestos a mezclas de solventes orgánicos. *Revista Salud de los Trabajadores*, 1(1), 15-23. Disponible: <http://servicio.bc.uc.edu.ve/multidisciplinarias/saldetrab/> [Consulta: Marzo, 05, 2023].
- Ferla, L. G., da-Rocha, G. H. O., de-Oliveira, R. T. D., Barioni, É. D. (2023). Risk perception of automotive fuel poisoning among gas station attendants. *Revista brasileira de medicina do trabalho: publicacao oficial da Associacao Nacional de Medicina do Trabalho-ANAMT*, 20(3), 422–429. <https://doi.org/10.47626/1679-4435-2022-745>
- Fonseca P., Heredia J. y Navarrete D. (2007). Vigilancia médica para los trabajadores expuestos a benceno, tolueno y xileno. *Universidad del Rosario. Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación (CRAI)*. [https://doi.org/10.48713/10336\\_1737](https://doi.org/10.48713/10336_1737)
- Haro L., Vélez N., Aguilar G., Guerrero S., Sánchez V., Muñoz S. *et al.* (2012). Alteraciones hematológicas en trabajadores expuestos ocupacionalmente a mezcla de Benceno-Tolueno-Xileno (BTX) en una fábrica de pinturas. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública* 29 (2), 181-87. Disponible: [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1726-46342012000200003](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-46342012000200003) [Consulta: Marzo, 05, 2023]
- Huh, Y., Guilin Tang, G., Talwalkar, S., Khoury, J., Ohanian, M., Bueso, C. *et al.* (2016). Double minute chromosomes in acute myeloid leukemia, myelodysplastic syndromes, and chronic myelomonocytic leukemia are associated with micronuclei, MYC or MLL amplification, and complex karyotype. *Cancer Genetics*, 209 (7-8), 313-20. <https://doi.org/10.1016/j.cancergen.2016.05.072>.

- Ley Orgánica de Prevención, Condiciones y Medio Ambiente de Trabajo (LOPCYMAT). (2005). Disponible: <https://n9.cl/fbf14> [Consulta: enero 21, 2023].
- Maciel, L. A., Feitosa, S. B., Trolly, T. S., & Sousa, A. L. (2020). Genotoxic effects of occupational exposure among gas station attendants in Santarem, Para, Brazil. *Revista brasileira de medicina do trabalho: publicacao oficial da Associacao Nacional de Medicina do Trabalho-ANAMT*, 17(2), 247–253. <https://doi.org/10.5327/Z1679443520190382>
- Mendes, M., Machado, J. M. H., Durand, A., Costa-Amaral, I. C., Valente, D., Gonçalves, E. S *et al.* (2017). Normas ocupacionais do benzeno: uma abordagem sobre o risco e exposição nos postos de revenda de combustíveis. *Revista Brasileira de Saúde Ocupacional*, 42(1), 231-234. <https://doi.org/10.1590/2317-6369000127515>
- Muda, I., Mohammadi, M. J., Sepahvad, A., Farhadi, A., Fadhel Obaid, R., Taherian, M. *et al.* (2014). Associated health risk assessment due to exposure to BTEX compounds in fuel station workers. *Reviews on environmental health*, 12(1), 213-224. <https://doi.org/10.1515/reveh-2023-0012>
- Müting, D., Keller, H. y Kraus, W. (1970). Quantitative colorimetric determination of free phenols in serum and urine of healthy adults using modified diazo-reactions. *Clínica Química Acta*, 27. 177 – 180. [https://doi.org/10.1016/0009-8981\(70\)90393-1](https://doi.org/10.1016/0009-8981(70)90393-1)
- Navasumrit, P., Chanvaivit, S., Intarasunanont, P., Arayasiri, M., Lauhareungpanya, N., Parnlob V. *et al.* (2005). Environmental and occupational exposure to benzene in Thailand. *Chemico-Biological Interactions* 153–154 (2005) 75–83. [10.1016/j.cbi.2005.03.010](https://doi.org/10.1016/j.cbi.2005.03.010)
- Negrin, J., Aular, Y., Fernández, Y., Piñero, S. y Romero, G. (2014). Ácido trans, trans mucónico y perfil hepático, hematológico y renal en trabajadores expuestos a benceno. *Revista Saber, Universidad de Oriente*, 22 (2), 121-128. Disponible: [https://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S1315-01382014000200003&script=sci\\_abstract](https://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S1315-01382014000200003&script=sci_abstract) [Consulta: Marzo, 05, 2023]



- Pacheco, F., De Jesús, L., Parejo E., Montero, K. y Mendoza, A. (2016). Fenol y niveles plaquetarios por exposición ocupacional a benceno en trabajadores de estaciones de servicio de la Parroquia Pedro José Ovalles, Maracay, Venezuela, 2016. *Revista Saber, Universidad de Oriente*, 29, 674-678. Disponible: [https://www.researchgate.net/publication/341343909\\_FENOL\\_Y\\_NIVELES\\_PLAQUETARIOS\\_POR\\_EXPOSICION\\_OCUPACIONAL\\_A\\_BENCENO\\_EN\\_TRABAJADORES\\_DE\\_ESTACIONES\\_DE\\_SERVICIO\\_DE\\_LA\\_PARROQUIA\\_PEDRO\\_JOSE\\_OVALLES\\_MARACAY\\_VENEZUELA\\_2016\\_PHENOL\\_AND\\_PLATELET\\_LEVELS\\_FOR\\_EXP](https://www.researchgate.net/publication/341343909_FENOL_Y_NIVELES_PLAQUETARIOS_POR_EXPOSICION_OCUPACIONAL_A_BENCENO_EN_TRABAJADORES_DE_ESTACIONES_DE_SERVICIO_DE_LA_PARROQUIA_PEDRO_JOSE_OVALLES_MARACAY_VENEZUELA_2016_PHENOL_AND_PLATELET_LEVELS_FOR_EXP) [Consulta: Marzo, 05, 2023]
- Pacheco, F., Rodríguez, M., Reyes, A., Ali, N. (2018). Exposición ocupacional a benceno en trabajadores de talleres de latonería y pintura automotriz. *Academia Biomédica Digital*, 69, 1-5. [https://vitae.ucv.ve/index\\_pdf.php?module=articulo\\_pdf&n=5462&rv=127](https://vitae.ucv.ve/index_pdf.php?module=articulo_pdf&n=5462&rv=127) [Consulta: Octubre, 23, 2023]
- Pacheco, F. (2018). Niveles de fenol y presencia de micronúcleos en trabajadores de estaciones de servicio. *Revista Colombiana de Salud Ocupacional*, 8 (2), 1-5. <https://doi.org/10.18041/2322-634X/rcso.2.2018.5694>
- Pacheco, F. y De Jesús, L. (2018). Parámetros hematológicos por exposición ocupacional a benceno en estaciones de servicio de Venezuela, 2017. *Revista Cubana de Salud y Trabajo*, 19(1), 28-32. Disponible: <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=78097> [Consulta: Marzo, 05, 2023]
- Ramírez, V., Uribe, D., Amorocho H., Silva, A., Sánchez, E., Ardila, W. *et al.* (2021). The effects of genetic polymorphisms on benzene-exposed workers: A systematic review. *Health Science Reports*, 4 (327), 1-26. <https://doi.org/10.1002/hsr2.327>
- Romero, G., Palencia, A., Marrero, S., Moran, A., Montoya, O. y Torrealba, J. (2017). Evaluación de la exposición a benceno en trabajadores de diferentes áreas laborales. *Salud Uninorte*, 33 (3), 363-372. Disponible: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0120-55522017000300363](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-55522017000300363) [Consulta: Marzo, 05, 2023]
- Rota, F., Conti, A., Campo, L., Favero, C., Cantone, L., Motta, M. *et al.* (2018). Epigenetic and Transcriptional Modifications in Repetitive Elements in Petrol Station Workers Exposed to Benzene and MTBE.

- International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(735), 1-14. <https://doi.org/10.3390/ijerph15040735>
- Salem, E., El-Garawani, I., Allam, H., El-Aal, B. A., Hegazy, M. (2018). Genotoxic effects of occupational exposure to benzene in gasoline station workers. *Industrial health*, 56(2), 132–140. <https://doi.org/10.2486/indhealth.2017-0126>
- Santana, M., Torrens, M., Santana, L., García, E. (2020). Enfermedades ocupacionales por exposición a benceno en trabajadores de gasolineras. *Revista San Gregorio*, (40). 157-175. <https://doi.org/10.36097/rsan.v1i40.1395>
- Scheepers P., de Werdt, L., Van Dael, M., Anzion, R., Vanoirbeek, J., Duca, R. *et al.* (2019). Assessment of exposure of gas station attendants in Sri Lanka to benzene, toluene and xylenes. *Environmental Research*, 178, 108670. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2019.108670>
- Soares, K., Giardini, I., Vieira, P., Rodrigues, B., Bellomo, A., Araújo, J. y cols. (2021). Gasoline-station workers in Brazil: Benzene exposure; Genotoxic and immunotoxic effects. *Mutation Research/Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis*, 865, 1-9. <https://doi.org/10.1016/j.mrgentox.2021.503322>
- Sun, P., Zhang, Z., Wan, J., Zhao, N., Jin, X., Xia, Z. *et al.* (2009). Association of genetic polymorphisms in GADD45A, MDM2, and p14ARF with the risk of chronic benzene poisoning in a Chinese occupational population. *Toxicology and Applied Pharmacology* 240, 66–72. <https://doi.org/10.1016/j.taap.2009.07.003>
- Ye, L., Zhang, G., Huang, J., Li, Y., Zheng, G., Zhang, D. *et al.* (2015). Are polymorphisms in metabolism protective or a risk for reduced white blood cell counts in a Chinese population with low occupational benzene exposures?. *International Journal of Occupational and Environmental Health*, 21 (3), 232-240. <http://dx.doi.org/10.1179/2049396714Y.0000000091>
- Zalacain, M., Sierrasesúmaga, L. y Patiño, A. (2005). El ensayo de micronúcleos como medida de inestabilidad genética inducida por agentes genotóxicos. *Anales del Sistema Sanitario de Navarra*, 28 (2), 227-236. Disponible: [https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1137-66272005000300007](https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1137-66272005000300007) [Consulta: Marzo 05, 2023]

## GLOSARIO DE TÉRMINOS

**Ácido mucónico, s-fenilmercaptúrico, trans trans mucónico, trans transmucoaldehído:** metabolitos urinarios indicadores de la exposición a benceno.

**Anemia:** síndrome que se caracteriza por la disminución anormal del número o tamaño de los glóbulos rojos que contiene la sangre o de su nivel de hemoglobina.

**Benceno:** hidrocarburo líquido, de estructura en forma de anillo y con seis átomos de carbono, aromático, incoloro e inflamable, de amplia utilización como disolvente y como reactivo en operaciones de laboratorio y usos industriales.

**Benzoquinona:** compuesto orgánico con una base aromática como el benceno. Sustancia sublimable de olor penetrante; provoca rubefacción de la piel, irritación de mucosas; por contacto directo ejerce acción necrosante, con riesgo de lesiones oculares irreversibles.

**Carcinógeno:** que produce cáncer o favorece su aparición.

**Catecol:** compuesto químico que se produce industrialmente con la hidroxilación del fenol, usando peróxido de hidrógeno.

**Citocromo P450E1:** miembro del sistema oxidasa de función mixta citocromo P450, que participa en el metabolismo de xenobióticos en el cuerpo.

**Creatinina:** producto final del metabolismo de la creatina que se encuentra en el tejido muscular y en la sangre de los vertebrados y que se excreta por la orina.

**Exposición ocupacional:** contacto con un agente físico, químico o biológico potencialmente nocivo como resultado del trabajo de una persona.

**Fenol:** en su forma pura es un sólido cristalino de color blanco-incoloro a temperatura ambiente, también conocido como ácido fénico. Es un metabolito urinario indicador de la exposición a benceno, ya que se obtiene a partir de la oxidación parcial del mismo.

**Frotis:** método de exploración microscópica de un fragmento de tejido o secreción que consiste en realizar una extensión sobre un portaobjetos y examinarla con el microscopio.

**Hidrocarburo:** compuesto orgánico formado por carbono e hidrógeno; son muy numerosos y pueden ser líquidos, sólidos o gaseosos. Generalmente son insolubles en agua, combustibles y abundantes en el carbón y petróleo, especialmente gasolina y bencol. Por lo regular son tóxicos, y en parte cancerígenos tópicamente; se encuentran sobre todo en la brea de la hulla, el alquitrán del tabaco, hollín y gases de escape de los automóviles.

**Metabolito:** es cualquier sustancia producida durante el metabolismo (digestión u otros procesos químicos corporales). El término metabolito también se puede referir al producto que queda después de la descomposición (metabolismo) de un fármaco por parte del cuerpo.

**Micronúcleos:** Los micronúcleos son cuerpos citoplasmáticos de naturaleza nuclear, se corresponden con material genético no incorporado correctamente a las células hijas durante la división celular, reflejan aberraciones cromosómicas y se originan por roturas cromosómicas, por errores durante la replicación y posterior división celular del ADN y/o por la exposición a agentes genotóxicas.

**Toxicidad:** Se denomina toxicidad al grado de efectividad que poseen las sustancias que, por su composición, se consideran tóxicas.

**Transaminasas:** las aminotransferasas o transaminasas son un conjunto de enzimas del grupo de las transferasas, pues transfieren grupos amino desde un metabolito a otro, generalmente aminoácidos.

**Xenobióticos:** sustancias extrañas para un determinado ecosistema, por ejemplo, las sustancias que existen alrededor del hombre y que contaminan el ambiente (como los cosméticos, insecticidas, fármacos, desechos químicos, etc.).



**ANEXOS**

**ANEXO A**



**UNIVERSIDAD DE CARABOBO  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD  
SEDE ARAGUA  
CENTRO DE ESTUDIO EN SALUD DE LOS TRABAJADORES  
“CEST”, LABORATORIO DE METALES PESADOS**

**ALTERACIONES HEMATOLÓGICAS Y BIOQUÍMICAS POR EXPOSICIÓN  
A BENCENO EN TRABAJADORES DE, Y CERCANOS A LAS  
ESTACIONES DE SERVICIO**

**CONSENTIMIENTO INFORMADO**

Yo,

\_\_\_\_\_ C.I. \_\_\_\_\_

Nacionalidad \_\_\_\_\_ Estado Civil \_\_\_\_\_

Domiciliado en \_\_\_\_\_ siendo mayor de

edad, en uso pleno de mis facultades mentales y sin que medie coacción ni violencia alguna en completo conocimiento de la naturaleza, forma, duración, propósito, inconvenientes ni riesgos relacionados con el estudio que más abajo indico, declaro mediante la presente:

1. Haber sido informado de manera objetiva, clara y sencilla, por parte del Grupo de Investigadores de la Universidad de Carabobo (Sede Aragua), coordinado por los profesores Bibi Nazila Ali y Franklin Pacheco, asesores

científicos del presente trabajo de investigación y todos los aspectos relacionados al mismo.

2. Tener conocimiento claro de los objetivos del trabajo antes señalado.
3. Conocer bien el protocolo experimental expuesto por el investigador, en el cual se establece que mi participación en el trabajo consiste en brindar información de manera voluntaria al grupo de investigadores de la Universidad de Carabobo, sede Aragua. Mediante una encuesta y la recolección de muestras de orina.
4. Que la encuesta servirá para correlacionar los niveles de fenol en orina con las condiciones de trabajo y las características sociodemográficas de los trabajadores de estaciones de servicio del municipio Girardot, Estado Aragua.
5. Que el equipo de investigadores me ha garantizado confidencialidad relacionada tanto a mi identidad, como de cualquier información relativa a mi persona.
6. Que bajo ningún concepto, la información administrada por mí se usará para otros fines, sino estrictamente académicos.
7. Que mi participación en dicho estudio no implica riesgo ni inconveniente alguno para mi salud.

8. Que bajo ningún concepto se me ha ofrecido, ni pretendo recibir ningún beneficio de tipo económico, producto de los hallazgos que puedan producirse en el referido proyecto de investigación.

**Declaración del voluntario:**

Luego de haber leído, comprendido y recibido las respuestas a mis preguntas con respecto a este formato de consentimiento y por cuanto mi participación en este estudio es totalmente voluntaria, acuerdo:

- a. Aceptar las condiciones estipuladas en el mismo y a la vez autorizar al equipo de investigadores de la Universidad de Carabobo, Sede Aragua, realizar el referido estudio con la información suministrada por mi persona en la encuesta realizada por ellos.
- b. Reservarme el derecho de revocar esta autorización en cualquier momento sin que ello conlleve a algún tipo de consecuencia negativa para mi persona.

Firma del Voluntario _____	Firma del Investigador _____
Nombres _____	Nombres _____
C.I. _____	C.I. _____
Lugar _____	Lugar _____
Fecha _____	Fecha _____

Firma del Testigo _____	Firma del Testigo _____
Nombres _____	Nombres _____
C.I. _____	C.I. _____
Lugar _____	Lugar _____
Fecha _____	Fecha _____



## **Declaración del Investigador**

Luego de haber explicado detalladamente al voluntario la naturaleza del protocolo mencionado. Certificamos mediante la presente que, a nuestro leal saber, el sujeto que firma este formulario de consentimiento, comprende la naturaleza, requerimientos, riesgos y beneficios de la participación en este estudio. Ningún problema de índole médico, de idioma o instrucción han impedido al sujeto tener una clara comprensión de su compromiso con este estudio.



## ANEXO B



**UNIVERSIDAD DE CARABOBO SEDE ARAGUA  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD  
CENTRO DE ESTUDIO EN SALUD DE LOS TRABAJADORES  
“CEST” LABORATORIO DE METALES PESADOS**

**ALTERACIONES HEMATOLÓGICAS Y BIOQUÍMICAS POR EXPOSICIÓN  
A BENCENO EN TRABAJADORES DE, Y CERCANOS A LAS  
ESTACIONES DE SERVICIO**

### Hoja de datos

Ficha No.:

\_\_\_\_\_

### **DATOS PERSONALES:**

Nombre y Apellido: \_\_\_\_\_ Edad:

\_\_\_\_\_ Sexo: \_\_\_\_\_

Residencia: \_\_\_\_\_ Teléfono:

\_\_\_\_\_

Tiempo de Residencia en el Sector: \_\_\_\_\_ Edo. Civil: \_\_\_\_\_

No. de Hijos: \_\_\_\_\_

Ocupación: \_\_\_\_\_ Departamento: \_\_\_\_\_ Tiempo

en la Empresa: \_\_\_\_\_ Horas Diarias de Trabajo: \_\_\_\_\_

Trabajo anterior: \_\_\_\_\_ Años: \_\_\_\_\_

Exposición a Solventes: Si: \_\_\_\_\_ No: \_\_\_\_\_

**HÁBITOS:**

FUMA: Si: \_\_\_\_\_ No: \_\_\_\_\_ Cigarrillos/día: \_\_\_\_\_ Ex fumador: \_\_\_\_\_

Tiempo Fumando: \_\_\_\_\_ Tiempo sin Fumar: \_\_\_\_\_

ALCOHOL: Si: \_\_\_\_\_ No: \_\_\_\_\_ Tipo: \_\_\_\_\_

Frecuencia: \_\_\_\_\_

CAFÉ: Si: \_\_\_\_\_ No: \_\_\_\_\_ Tazas/día: \_\_\_\_\_

REFRESCO: Si: \_\_\_\_\_ No: \_\_\_\_\_ A veces: \_\_\_\_\_ Frecuentemente:

\_\_\_\_\_ Siempre: \_\_\_\_\_

MEDICAMENTOS (Vitaminas, AINES, yerbas y naturistas): Si: \_\_\_ No: \_\_\_

¿Cuáles?

---

Frecuencia: \_\_\_\_\_

Otros:

\_\_\_\_\_

UNIFORME DE TRABAJO: Si: \_\_\_ No: \_\_\_ Se lo pone en casa \_\_\_\_\_

Se lo pone en la empresa \_\_\_\_\_ Se lo quita en casa \_\_\_\_\_ Se lo quita en la empresa \_\_\_\_\_

Frecuencia de Lavado \_\_\_\_\_

¿Cambia su ropa o uniforme de trabajo? Si \_\_\_ No \_\_\_\_\_ A diario: \_\_\_\_\_

¿Con qué frecuencia?: \_\_\_\_\_

**EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL:**

**Si:** \_\_\_\_\_ **No:** \_\_\_\_\_

¿Cuáles?

---

Mascarilla: Tipo: \_\_\_\_\_ Bueno: \_\_\_\_\_ Regular: \_\_\_\_\_ Malo: \_\_\_\_\_

Cambio de filtro: \_\_\_\_\_

¿Cómo sabe cuándo cambiarlos? \_\_\_\_\_

***INSTALACIONES DE HIGIENE OCUPACIONAL:***

No: \_\_\_\_\_ Si: \_\_\_\_\_

¿Cuáles?

---

Duchas: \_\_\_\_\_ Lavamanos: \_\_\_\_\_ Lavandería: \_\_\_\_\_ Extractores: \_\_\_\_\_

Chimeneas: \_\_\_\_\_ Ventiladores: \_\_\_\_\_ Ventanas: \_\_\_\_\_

Orden y Limpieza:

---

**ANTECEDENTES PERSONALES (Enfermedades):** Marcar con una X

1	Gastritis	17	Gota	33	Dolor Muscular
2	Alcoholismo	18	Asma	34	Fatiga
3	Parasitosis	19	Cardiopatías	35	Irritabilidad
4	Fiebre	20	Hipertensión Arterial	36	Dificultad para dormir
5	Paludismo	21	Anemias	37	Cansancio
6	Amigdalitis	22	Hiperlipidemias	38	Calambres
7	Cálculo Biliar/Renal	23	Enfermedad Renal	39	Hormigueos o falta de sensibilidad
8	Diabetes	24	Pancreatitis	40	Dolor abdominal
9	Diarrea	25	Hepatitis	41	Estreñimiento
10	Osteoporosis	26	Hígado graso/cirrosis	42	Sabor metálico
11	Edema	27	Reumatismo Agudo	43	Pérdida de memoria
12	Vómito	28	Pérdida de Memoria	44	Sensación Pinchazos
13	Dolor en las Articulaciones	29	Convulsiones	45	Pérdida de peso
14	Trastorno Emocional	30	Obesidad	46	Palpitaciones
15	Cefalea	31	Náuseas	47	Depresión
16	Alergias	32	Enf. Respiratorias	48	Enf. Hepática

	Si	No
¿Se le irritan los ojos durante varios días?		
¿Le lagrimean los ojos con frecuencia?		
¿Se le reseca la piel con frecuencia?		
¿Con frecuencia tiene congestión nasal?		
¿Ha sufrido algún accidente de trabajo en el último año?		
¿Sufre de cefaleas o dolor de cabeza con frecuencia?		

***¿Durante el último año, le ha diagnosticado un médico alguna de las siguientes enfermedades?***

	Si	No
Hipertensión Arterial (tensión Alta)		
Enfermedad coronaria (infarto, angina de pecho)		
Neurosis		
Asma		
Diabetes		
Anemia u otra enfermedad de la sangre		
Cistitis o alguna enfermedad renal		
Algún tipo de Cáncer		
Tuberculosis pulmonar		
Enfermedades respiratorias		
Alergias		

**Síntomas Experimentados en el último mes:**

¿Se cansa con mayor facilidad?	¿Ha dormido más de lo habitual?
¿Se ha sentido mareado o con vértigo?	¿Ha tenido dificultades para dormir?
¿Ha tenido dificultad para concentrarse?	¿Se ha sentido molesto por falta de coordinación o pérdida del equilibrio?
¿Se ha sentido confuso o desorientado?	¿Ha notado pérdida de fuerza muscular en las piernas o los pies?
¿Problemas para recordar cosas?	¿Ha notado pérdida de fuerza muscular en los brazos o las manos?
¿Han notado sus familiares que tiene problemas para recordar las cosas?	¿Ha tenido dificultades para mover los dedos de las manos o para coger cosas?
¿Ha tenido que anotar las cosas para recordarlas?	¿Ha notado entumecimiento y hormigueo en los dedos de las manos de más de un día de duración?
¿Ha notado dificultades para entender lo que dicen los periódicos?	¿Ha notado entumecimiento y hormigueo en los dedos de los pies de más de un día de duración?
¿Se ha sentido irritable?	¿Ha tenido cefaleas al menos una vez a la semana?
¿Se ha sentido deprimido?	¿Ha tenido dificultades para conducir del trabajo a su casa porque se haya sentido mareado o cansado?
¿Ha sentido palpitaciones en el corazón aun cuando no estaba haciendo ejercicios?	¿Se ha sentido eufórico por los productos químicos utilizados en el trabajo?
¿Ha tenido convulsiones?	¿Ha observado si tiene una menor tolerancia al alcohol (Se emborracha con mayor facilidad)?