



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

---

---

FACULTAD DE MEDICINA

DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO

INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL

DELEGACION 4 SURESTE DEL DISTRITO FEDERAL

HOSPITAL GENERAL DE ZONA No. 32 "VILLA COAPA"

"ALTERACIONES HEMATOLOGICAS POR EXPOSICION A BENCENO EN  
TRABAJADORES DE UNA IMPRENTA Y UNA GASOLINERA"

TESIS

PARA OBTENER EL TITULO DE

MEDICO ESPECIALISTA EN

MEDICINA DEL TRABAJO

P R E S E N T A

DRA. EVANGELINA RODARTE CANDIANI

ASESOR: DR. AUGUSTO JAVIER CASTRO BUCIO

COASESORES: ING. JUAN CARLOS SANCHEZ GOMEZ

ING. JUAN ALFREDO SANCHEZ VAZQUEZ

QFB. VICTOR MANUEL VARGAS GARCIA

MEXICO, D.F., AGOSTO 2009.





Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## **FIRMAS AUTORIZACION**

---

DR. AUGUSTO JAVIER CASTRO BUCIO  
COORDINADOR CLINICO DE EDUCACION E INVESTIGACION EN SALUD  
DEL HOSPITAL GENERAL DE ZONA No. 32 "VILLA COAPA"  
ASESOR DE TESIS

---

DR. AUGUSTO JAVIER CASTRO BUCIO  
COORDINADOR CLINICO DE EDUCACION E INVESTIGACION EN SALUD  
DEL HOSPITAL GENERAL DE ZONA No. 32 "VILLA COAPA"  
ASESOR DE TESIS

---

DR. ALONSO DE JESUS SERRET GONZALEZ  
PROFESOR TITULAR DEL CURSO DE LA ESPECIALIDAD  
DE MEDICINA DEL TRABAJO

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco el apoyo incondicional de mi esposo que tuvo el tiempo, la paciencia y el amor para hacerme más fácil este proceso,

A mi hijo que me alentaba a continuar siempre con una sonrisa,

A mis padres que dedicaron su tiempo para ayudarme en mis tareas de madre y me enseñaron a ser perseverante,

A mis hermanos que siempre están cuando los necesito.

A mis suegros que me apoyaron con el cuidado de mi hijo,

A todos mis amigos que me ayudaron a seguir adelante,

A cada uno de los Doctores e Ingenieros que a pesar de tanto trabajo que tienen, siempre me dedicaron tiempo para aclarar mis ideas.

A todo el equipo de Recursos Humanos de cada empresa, por abrirme las puertas para poder cumplir este sueño.

Y doy gracias a Dios, porque sin todos ustedes no tendría un motivo para lograr esto.

MIL GRACIAS A CADA UNO Y ESPERO HABER  
CUMPLIDO SUS ESPECTATIVAS.

"Nuestra recompensa se encuentra en el esfuerzo y no en el resultado. Un esfuerzo total es una victoria completa".

Mahatma Gandhi

## INDICE

RESUMEN	6
MARCO TEORICO	7
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	15
JUSTIFICACION	16
OBJETIVOS	17
VARIABLES DE ESTUDIO	18
DEFINICION CONCEPTUAL Y OPERACIONAL DE LAS VARIABLES	19
MATERIAL Y METODOS	22
➤ DISEÑO Y POBLACION DE ESTUDIO	
➤ CRITERIOS DE INCLUSION, DE EXCLUSION Y DE ELIMINACION	
➤ TAMAÑO DE LA MUESTRA	
➤ DESCRIPCION DEL ESTUDIO	
➤ PROCEDIMIENTO DE MONITOREO AMBIENTAL	
➤ PROCEDIMIENTO DE MONITOREO BIOLOGICO	
➤ ESTUDIO DE BIOMETRÍA HEMÁTICA	
➤ PLAN DE ANALISIS	
CONSIDERACIONES ETICAS	30
CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES	32
RESULTADOS	33
DISCUSION	35
CONCLUSIONES	37
RECOMENDACIONES	38
BIBLIOGRAFÍA	39
ANEXOS	42

## RESUMEN

El benceno es un hidrocarburo aromático, que se utiliza como disolvente y tiene múltiples usos en las industrias, sobre todo se ocupa en la elaboración de pinturas, tintas, pegamentos, caucho, etc. Se puede encontrar también en la gasolina y en el humo del tabaco. A pesar de ser muy útil y de bajo costo, tiene efectos a la salud muy severos, uno de ellos es la afectación de la médula ósea provocando una disminución en la producción de células hematológicas hasta su proliferación neoplásica. En ésta investigación se estudiaron 14 trabajadores de una imprenta y 21 trabajadores de una gasolinera. Material y Método: A estos trabajadores se les realizó la toma de biometrías hemáticas y muestras de orina para determinación de fenol al término de su jornada laboral, siendo analizadas por cromatografía de gases con FID, se llevó a cabo un monitoreo ambiental para la determinación de benceno utilizando bombas SKC y tubos de carbón activado, los cuales se analizaron por cromatografía de gases con FID. Resultados: Obteniendo, en la imprenta la presencia de una correlación baja  $r = -0.29$  entre el fenol urinario y el índice tabáquico; en la gasolinera se obtuvo una correlación moderada  $r = 0.53$ . Se utilizó la prueba de t de Student para analizar los niveles de benceno ambiental en dos grupos de trabajadores, divididos por la presencia o ausencia de leucopenia, con un resultado de  $p = 0.0390$  aceptando que existe diferencia entre los niveles de benceno ambiental en ambos grupos, siendo mayores los niveles de benceno entre los trabajadores leucopenicos, esto en el caso de la imprenta. En la gasolinera no se pudo establecer dicha prueba ya que los trabajadores presentaron parámetros normales en la biometría hemática.

## MARCO TEORICO

En este estudio de investigación, se pretendió ver la asociación entre la exposición a benceno en trabajadores de una imprenta y de una gasolinera, con las alteraciones hematológicas que estos podrían presentar. Para poder llevar a cabo esto, es necesario conocer algunos conceptos útiles para el estudio.

### EXPOSICIÓN A UN PRODUCTO QUÍMICO

Es la presencia de un producto químico en el lugar de trabajo que implica el contacto de éste con el trabajador por inhalación o por vía dérmica, digestiva o parenteral. (Darío Córdova)

### NIVELES PERMISIBLES DE EXPOSICIÓN

Son los límites tolerables de exposición a los agentes químicos, requiriéndose un control analítico del aire y admitir que el tóxico penetra primordialmente por vía inhaladora y en algunos casos por piel. (Darío Córdova)

### LIMITES DE EXPOSICIÓN (LE)

La exposición de trabajadores a los químicos es controlada y se basa en el mantenimiento de los TLVs en la zona de respiración de los trabajadores.

### LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE DE EXPOSICIÓN (LMPE)

Es la concentración de un contaminante del medio ambiente laboral, que no debe superarse durante la exposición de los trabajadores en una jornada de trabajo en cualquiera de sus tres tipos. El límite máximo permisible de exposición se expresa en  $\text{mg}/\text{m}^3$  o ppm, bajo condiciones normales de temperatura y presión (NOM-10-STPS-1999).

### LIMITE MÁXIMO PERMISIBLE DE EXPOSICIÓN A CORTO TIEMPO (LMPE-CT)

Es la concentración máxima del contaminante del medio ambiente laboral, a la cual los trabajadores pueden estar expuestos de manera continua durante un periodo máximo de 15 minutos, con intervalos de al menos una hora no exposición entre cada periodo de exposición y un máximo de cuatro exposiciones en una jornada de trabajo y que no sobrepase el LMPE-PPT (NOM-10-STPS-1999).

### LIMITE MAXIMO PERMISIBLE DE EXPOSICION PROMEDIO PONDERADO EN TIEMPO (LMPE-PPT).

Es la concentración promedio ponderada en tiempo de un contaminante del medio ambiente laboral para una jornada de ocho horas diarias y una semana laboral de 40 horas, a la cual se pueden exponer la mayoría de los trabajadores sin sufrir daños a la salud. (NOM-10-STPS-1999)



### LIMITE MAXIMO PERMISIBLE DE EXPOSICION PICO (P)

Es la concentración de un contaminante del medio ambiente laboral, que no debe rebasarse en ningún momento durante la exposición del trabajador. (NOM-10-STPS-1999).

TLV = Threshold limit Value

Concentración atmosférica de un tóxico bajo la cual los trabajadores pueden estar repetidamente expuestos día tras día, sin presentar efectos adversos. (Darío Córdova).

TWA (Time Weighted Average)

Valor promedio ponderado de concentración en función del tiempo, durante 8 horas de exposición. (Darío Córdova).

### MONITOREO AMBIENTAL

Es el análisis y medida atmosférica de xenobióticos en el lugar de trabajo, para valorar la exposición externa a un agente químico y el riesgo para su salud, en relación con unos índices de referencia. (Darío Córdova).

### MONITOREO BIOLÓGICO (MB)

Es el análisis y medida de los agentes presentes en el lugar de trabajo (o de sus metabolitos) en sangre, tejidos, secreciones, excreciones o aire exhalado de los sujetos expuestos, para valorar la exposición del organismo a un químico industrial (dosis interna) y el riesgo para la salud siempre en relación a los valores de referencia. (Darío Córdova).

### HIDROCARBUROS AROMATICOS

Los compuestos aromáticos están constituidos por el benceno y todos aquellos compuestos que presentan un comportamiento químico similar y que dan lugar a la serie aromática, la cual se construye a partir del benceno, fundamentalmente de dos formas:

1. Mediante la simple sustitución de los átomos de hidrógeno del núcleo bencénico por otros sustituyentes (bencenos sustituidos).
2. Mediante la unión de uno o más anillos adicionales (aromáticos o no), con sustituyentes o no, a una o más posiciones del anillo bencénico progenitor (derivados aromáticos polinucleares).

## ANTECEDENTES

En 1825, Faraday aisló un compuesto puro que presentaba un punto de ebullición de 80°C, a partir de una mezcla aceitosa que condensaba del gas del alumbrado, que era el combustible que se empleaba en las lámparas de gas. El resultado del análisis elemental realizado a dicho compuesto mostraba una proporción de carbono e hidrógeno de 1:1, lo cual resultaba ser inusualmente pequeña, ya que teóricamente corresponde a una fórmula empírica de CH.

Posteriormente Mitscherlich sintetizó el mismo compuesto, calculó la densidad de vapor, lo que le permitió obtener el peso molecular que era aproximadamente 78, el cual corresponde a una fórmula molecular de C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>. Como dicho compuesto se había obtenido a partir de la goma *benjuí*, se le denominó *bencina* y a partir de ahí derivó el nombre a benceno como actualmente se le conoce.

Ya a finales del siglo XIX se fueron descubriendo muchos otros compuestos que parecían estar relacionados con el benceno pues tenían bajas relaciones de hidrógeno a carbono y despedían aromas agradables, además presentaban la peculiaridad de que se podían convertir en benceno o compuestos afines. A este grupo de compuestos se le llamó aromáticos por presentar aromas agradables.

El benceno (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>) se encuentra en estado líquido claro incoloro, de olor aromático. Su grado de riesgo para la salud (3), inflamabilidad severa (3) y no tiene reactividad (0) (NOM-002-SCT2-1994). LMPE 1 ppm y PPT 3.2 ppm, se considera agente A2 (Carcinógeno humano sospechoso) (NOM-010-STPS-1994). La NIOSH considera TWA 0.5 ppm, STEL 2.5 ppm (ACGIH, 2006).

En forma pura es difícil de obtener y se logra por procedimientos de laboratorio; en la industria se encuentra mezclado con sus homólogos superiores el metilbenceno y el dietilbenceno o sileno recibiendo el nombre de benzol. Por ser un excelente disolvente, tiene amplias aplicaciones industriales en pinturas, resinas, plásticos, caucho, etc.

## FARMACOCINETICA

La inhalación es la principal vía de exposición, la cantidad retenida varía entre 30 % y el 80 % (promedio, 50-60 %). Inicialmente, tanto la absorción gastrointestinal y la absorción pulmonar es rápida. Hay limitada absorción a través de la piel. Los estudios en animales sugieren que de 4 mg a 8 mg de benceno pueden ser absorbidos por vía cutánea (Matthew J. Ellenhorn, 1988).

## DISTRIBUCIÓN

Estudios en animales indican que la máxima concentración en los tejidos aparece dentro de las tres primeras horas de exposición a benceno y se producen niveles más altos en grasa. Los niveles máximos de metabolitos de benceno aparecen en la médula ósea y grasa.

En el metabolismo del benceno, están sus productos intermedios y se observa su conversión a fenol, el cual es la causa de los problemas en la intoxicación crónica, pues al transformarse el benceno a nivel de las células del cerebro y en la médula ósea, lugar donde se acumula (cerebro intoxicación aguda y medula ósea intoxicación crónica), utiliza sus oxidasas interfiriendo así en el metabolismo celular, también se une a la cisteína para formar con el ácido acético, el ácido fenilmercaptúrico. Se conoce que el benceno utiliza de alguna manera el ácido ascórbico en sus oxidaciones, lo cual explica la carencia de éste debida a un aumento de su consumo. Más del 90 % del benceno inhalado es absorbido por los pulmones y sufre biotransformación a óxido de benceno. Este metabolito activo se metaboliza posteriormente a varios productos fenólicos, fenol (50 %), catecol (hasta 25 %) y la hidroquinona (5 %) (C N Ong, 1995).

## ELIMINACIÓN

Después de la cesación de la exposición, los pulmones excretan, sin cambios, una importante cantidad de benceno absorbido (10-50 %) dependiendo de la calidad de la grasa corporal y nivel de ejercicio. Menores cantidades se excreta sin cambios en la orina y bilis.

El benceno es biotransformado en el hígado por la función de P450-oxidasa en su principal metabolito el fenol, otros metabolitos hidroxilados son hidroquinona, y catecol (Michele A. Medinski, 1994). La medula ósea posee una función mixta oxidasa sistema que puede producir el metabolito tóxico responsable de las anormalidades hematológicas inducidas por el benceno.

El alcohol acelera la excreción urinaria del fenol, el tolueno es un inhibidor competitivo del benceno en la biotransformación. La excreción del fenol por lo general se completa en 24 a 48 horas desde el punto de vista biológico, la vida media es de menos de 12 horas. (Matthew J. Ellenhorn, 1988). La determinación del ácido S-fenilmercaptúrico (SPMA) en orina, se considera actualmente el biomarcador más adecuado para el control de bajas exposiciones a benceno, siendo lo suficientemente sensible y específico como para controlar exposiciones laborales. La concentración media, al final del turno, de SPMA en orina de trabajadores expuestos a 1 ppm de benceno durante 8 horas es de 46 mg/g de

creatinina. El hallazgo de un valor ácido S-fenilmercaptúrico  $\leq 25$  mg/g de creatinina, medidos al final de la jornada laboral, sugiere ausencia de exposición (Nelson F. Albiano, Toxicología laboral).

Los valores normales de sulfatos orgánicos en orina, corresponden a la relación 15 % de orgánicos y 85 % de inorgánicos. Después de una exposición a benceno la relación de sulfatos inorgánicos decrece de acuerdo con la severidad de la intoxicación y pueden llegar al límite de que los sulfatos orgánicos predominen sobre los inorgánicos. Existen 2 tipos de intoxicaciones: 1. Aguda y 2. Crónica.

Para fines de esta tesis nos enfocaremos exclusivamente en la intoxicación crónica, la cual constituye una enfermedad profesional de gran importancia por su gravedad. Los trastornos se deben a la inhibición del funcionamiento de la médula ósea que se manifiestan por una menor producción de células hemáticas cuyo número disminuye en la sangre circulante, hasta cifras incompatibles con la vida. El benceno inhibe las primeras etapas del desarrollo del eritrocito, pero no afecta la incorporación del hierro al grupo hem. Provoca anemia, leucopenia y trombocitopenia.

La anemia típica del bencenismo crónico tiene las siguientes características: anemia grave, aplásica normocrómica o ligeramente hipercrómica. El número de hematíes puede bajar a niveles menores de dos millones por mm cúbico y no aparecen eritrocitos que revelen la regeneración medular. La leucopenia es total y más acentuada en granulocitos. La trombocitopenia se acentúa hasta producir lesiones hemorrágicas (Darío Córdoba, 2001).

## SISTEMA HEMATOPOYETICO Y LINFATICO

El sistema linfohematopoyetico, está constituido por la sangre, la médula ósea, el bazo, el timo, los vasos y ganglios linfáticos. La médula ósea es el lugar en el que se producen las células para reponer constantemente los elementos celulares de la sangre (eritrocitos, neutrofilos y plaquetas).

Los eritrocitos contienen hemoglobina que les permite captar oxígeno y suministrarlo a los tejidos para mantener el metabolismo celular. Normalmente los eritrocitos sobreviven en la circulación unos 120 días cumpliendo estas funciones. Los neutrofilos aparecen en la sangre cuando se dirigen a los tejidos para participar en la respuesta inflamatoria a los microbios y otros agentes. Las plaquetas circulantes desempeñan un papel esencial en la hemostasia.

La médula ósea tiene una capacidad de producción de 3,000 millones de eritrocitos por cada kilogramo de peso corporal. La producción plaquetaria debe

renovarse completamente cada 9.9 días. La sangre periférica constituye un indicador sensible y muy exacto de la actividad medular. Las muestras de sangre pueden servir como control biológico de la exposición y ofrecer un medio de valorar los efectos de la exposición laboral sobre el sistema linfohematopoyético y otros órganos del cuerpo.

Cabe deducir razonablemente que a determinadas dosis, un agente como el benceno puede destruir las células precursoras medulares y por consiguiente alterar la capacidad de reserva de la medula sin causar daños suficientes para reducir los recuentos sanguíneos por debajo de los valores normales. La rapidez de aparición de la citopenia depende en parte de la vida del tipo celular en la circulación. La interrupción completa de la producción medular provocaría primero leucopenia ya que los leucocitos y en particular los granulocitos persisten en la circulación menos de un día. A continuación disminuirán las plaquetas, que tienen una supervivencia de unos 10 días. Por último, disminuirán los eritrocitos que sobreviven 120 días.

También se ha observado que se reducen rápidamente los linfocitos circulantes, esto quiere decir que puede el benceno tener un efecto perjudicial sobre el sistema inmunitario de los trabajadores expuestos (Bernard D., Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo). Una disminución absoluta de una línea de base a un valor subnormal de un individuo normal, son indicativas de la posible toxicidad, especialmente si todos los parámetros sanguíneos están disminuidos. La cantidad normal del total de glóbulos blancos es de aproximadamente 7200/mm<sup>3</sup> ±3000/mm<sup>3</sup>. Pero en los fumadores de cigarrillos la cuenta de células blancas puede ser mayor y el rango superior podrá ser superior a 2000 células normales para el laboratorio. Además, las infecciones, alergias y algunos medicamentos pueden aumentar el índice leucocitario. Lo normal de plaquetas es de aproximadamente 250000 con un rango de 140000 a 400000. Fuera de este rango debe ser considerado como posible prueba de toxicidad del benceno. (OSHA 1910-1028 App C).

En un hemograma de trabajadores expuestos buscaríamos intencionadamente los siguientes parámetros: Eritrocitos <3.900.000/mm<sup>3</sup>, Hematocrito <35 %, Leucocitos <3500/mm<sup>3</sup>, Neutrófilos <1200/mm<sup>3</sup>, Plaquetas <150000/mm<sup>3</sup> (R. Lauwerys, 1994).

En 1995 en Shanghái, China se realizó un estudio sobre la prevalencia de leucopenia en trabajadores expuestos a benceno encontrando que era del 36.81 % y en el grupo control tan solo era del 12.71 %, P (>0.05) IC 95 %. (Xia Zi, 1995).

En 1996, se realizó una evaluación del riesgo epidemiológico de Leucemia por exposición a benceno, por medio de un estudio de cohorte, analizando la tasa de

mortalidad, obteniendo una tasa de mortalidad general normalizada de 337 con IC del 95 %. Con una estratificación según el nivel de exposición acumulada, la normalización de las tasas de mortalidad por leucemia aumentó de 109 a 322 de 1186 y 6637 con un aumento acumulado de benceno en la exposición de menos de 40 partes por millón por año (ppm / año). (RA Rinsky, 1996).

En un estudio de cohorte realizado en Australia en trabajadores de la industria petrolera expuestos a benceno con cáncer linfohematopoyético durante el periodo de 1981-1999, se demostró que el riesgo de leucemia se incrementó en exposiciones acumuladas por encima de 2 ppm/año y con una exposición de trabajo por arriba de 0,8 ppm. El riesgo aumenta con mayor exposición (Deborah C. Glass, 2003).

En el 2001 se realizó un estudio de cohorte de trabajadores de caucho expuestos a benceno y cáncer linfohematopoyético, comparando a los trabajadores de EUA y a trabajadores de China encontrando un aumento de riesgo para leucemia mieloide aguda en condiciones similares con un rango de exposición por debajo de 200 ppm/año, constatando con esto que a dosis bajas sigue existiendo riesgo y esto comprueba lo establecido en otros estudios similares. (Hayes RB. 2001).

En EUA se llevó a cabo un estudio transversal retrospectivo en 1200 trabajadores de una petroquímica expuestos a benceno entre 1977-1988 se recabó su historial hematológico, con una media de exposición a benceno 0.60 ppm, haciendo ajustes por edad, raza y estado actual de fumar sin encontrar alteraciones en los estudios hematológicos, y esto probablemente sea debido a la baja exposición a este compuesto. (Shan P. Tsai, 2004).

En China en el 2006 se hizo una revisión epidemiológica y molecular sobre estudios de exposición a benceno. Donde pudieron observar que a mayor exposición a benceno mayor hematoxicidad por lo que actualmente la ACIGH recomienda LMPE 0.5 ppm, pero también se documentó acerca de las alteraciones inmunológicas propias del trabajador que favorecen la hematoxicidad como aberraciones cromosómicas de los linfocitos, y las mutaciones en los eritrocitos PAM, una disminución de células B y T CD4-células en la sangre periférica, y una alteración de la expresión de CXCL16, ZNF331, JUN, y en linfocitos PF4. Y variaciones en el metabolismo de múltiples genes pueden estar asociadas con el riesgo de hematoxicidad por benceno, incluyendo CYP2E1, MPO, NQO1, y GSTT1. (Guilan li, (2006)).

Otro estudio realizado, EUA en 15 trabajadores de un astillero expuestos a benceno a altas concentraciones >60 ppm después de 2 jornadas, 16 horas, se encontró sintomatología como mareo, náuseas, después de 4 meses de haber sufrido la exposición se les realizó un estudio hematológico mostrando al menos una alteración en 9 de los trabajadores (60 %), al año en 6 (40 %), trabajadores persistían las alteraciones. 6 (40 %) de los trabajadores mostraron linfocitos con granulocitosis (Malinda A. 2007).

Existen varias industrias donde los trabajadores se encuentran expuestos a benceno dentro de estas industrias se encuentran las imprentas en la cual el uso de solventes es necesario para el proceso de producción de placas, una sustancia que es ampliamente utilizada se denomina MX 1591 Kodak (Termotek), que es una solución de longevidad para las placas, esta es una mezcla Benceno, 1,1'-oxybis-, tetrapropileno sulfonado y sales de sodio. La Industria donde se llevó a cabo la investigación es una imprenta que se encuentra al sur de la ciudad de México y se dedica a la impresión de revistas y libros principalmente. Esta imprenta en el área de producción se divide en 3 departamentos: 1) Preprensa y placas; 2) Impresión; 3) Encuadernación. El departamento con la exposición es de preprensa y placas es un área cerrada y está será la de motivo de estudio. Otra industria son los centros de distribución de gasolina (Gasolineras) aquí los trabajadores se exponen a los vapores orgánicos y a los gases que expiden los vehículos ambos dentro de sus componentes está el benceno. Los trabajadores a estudiar se encuentran en una Gasolinera al sur de la Ciudad de México.

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En México existen aproximadamente 4500 empresas que utilizan disolventes orgánicos dentro de los cuales se encuentra el benceno, el cual será motivo de esta investigación pues es un hidrocarburo aromático altamente tóxico, con un riesgo a la salud de 3, al cual se exponen diariamente miles de trabajadores y a pesar de existir múltiples artículos de investigación sobre sus efectos adversos, así como normas para su utilización en la industria, esto no evita la exposición, además de estar comprobado científicamente que a exposiciones dentro de los límites máximos permisibles se presentan de igual manera daños al organismo, dentro de estos las alteraciones hematológicas (anemia, leucopenia, linfopenia y trombocitopenia). Sin embargo en nuestro país no hay investigaciones científicas confiables en trabajadores de estas industrias, por lo que tomando como base estudios de otros países, se realizó un monitoreo biológico, un monitoreo ambiental del benceno y biometrías hemáticas en trabajadores de una imprenta y en trabajadores de una gasolinera realizando comparaciones sobre estos dos grupos ¿Quién tiene mayor exposición? y si a mayor exposición, mayor riesgo de alteraciones hematológicas.

¿Si un trabajador durante su jornada laboral está expuesto a benceno, se podría esto asociar a una alteración del sistema hematopoyético viéndose reflejado en anomalías de las diferentes líneas celulares en una biometría hemática y cuál sería su prevalencia?



## JUSTIFICACION

El propósito de esta investigación fue medir la prevalencia que existe de alteraciones hematológicas que se presentan en trabajadores de dos diferentes industrias expuestos a benceno y comprobar estadísticamente esto, permitiendo mostrar una visión de lo que podríamos esperar en otras industrias del país con características similares a las estudiadas, ya que en nuestro país el uso de solventes es muy amplio e indispensable para diferentes tipos de procesos de producción algunas industrias donde se utilizan son por ejemplo editoriales, refinerías, gasolineras, carpinterías, en la producción de pinturas, barnices, cosméticos, zapatos, caucho, productos de limpieza. En México se consumen anualmente 13, 634,272 toneladas por año de solventes, en el Distrito Federal se consumen 352, 893 toneladas al año. Tan solo del Benceno se consumen 1063 toneladas al año y sus principales usos son para la producción de productos de limpieza en un 19% y en la aplicación de recubrimientos en un 4 %. En la industria editorial al año se consumen 11,321 toneladas al año de solventes para aplicación de recubrimientos utilizados en 220 industrias de la rama editorial y se consumen 1137 toneladas por año para limpieza y desengrase en 42 industrias editoriales en el Distrito Federal (Sarmiento 2004). Otro punto importante es explicar en el caso de la gasolinera el contenido de benceno en la gasolina en México es relativamente bajo (menos del 2 %), debido a su toxicidad y al alto consumo de combustible es por lo que se deben llevar a cabo estudios en los trabajadores expuestos (INE). El beneficio para las dos empresas estudiadas, fue mostrar un panorama de las afectaciones hematológicas que se presentan debido a esta exposición, además de promover en la empresa medidas de seguridad e higiene en el manejo de los disolventes orgánicos de manera tal que la exposición sea más segura para el trabajador.

## **OBJETIVOS**

### **GENERAL**

Investigar la prevalencia de las alteraciones hematológicas en trabajadores de una imprenta y una gasolinera expuestos a benceno.

### **ESPECIFICOS**

Determinar la concentración de Fenol en mg/L en orina de los trabajadores expuestos a benceno, por cromatografía de gases (CG) con FID.

Determinar la concentración de benceno en ppm, en el medio ambiente de trabajo a las que están expuestos los trabajadores, por medio de las bombas gravimétricas.

Correlacionar la exposición a benceno en trabajadores de una imprenta con las alteraciones hematológica en base a la toma de biometrías hemáticas.

## VARIABLES DE ESTUDIO

Exposición a benceno

Alteraciones hematológicas

Edad

Antigüedad en la imprenta

Tabaquismo (índice tabáquico)

Alcoholismo

## **DEFINICION CONCEPTUAL Y OPERACIONAL DE LA VARIABLES DE ESTUDIO**

### EXPOSICION A BENCENO

#### DEFINICION CONCEPTUAL

El benceno es un líquido incoloro con olor dulce. Se evapora al aire rápidamente y es poco soluble en agua. Es altamente inflamable y se forma tanto de procesos naturales como de actividades humanas. (ATSDR, 2007).

#### DEFINICION OPERACIONAL

Se tomara como exposición a la presencia de un producto químico (Benceno) en el lugar de trabajo que implica el contacto de éste con el trabajador por inhalación o por vía dérmica, digestiva o parenteral. (Dario Córdova). Realizándose un monitoreo del ambiente laboral y un monitoreo biológico para demostrar la exposición.

#### ESCALA DE MEDICION

Para la exposición: Variable cuantitativa continua.

#### INDICADOR DE MEDICION

Partes por millón de benceno, en una jornada de 8 horas para el monitoreo ambiental. Para el monitoreo biológico fenoles totales en orina 50 mg/g creatinina.

### ALTERACIONES HEMATOLOGICAS

#### DEFINICION CONCEPTUAL

Reducción de los recuentos sanguíneos por debajo de los valores normales (Bernard D., Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo).

#### DEFINICION OPERACIONAL

Para la determinación de la alteración hematológica se realizaran biometrías hemáticas a cada trabajador expuesto.

#### ESCALA DE MEDICION

Variable cuantitativa continúa.

#### INDICADOR DE MEDICION

Si presentan alteraciones hematológicas (Eritrocitos  $<3.900.000/\text{mm}^3$ , Hematocrito  $<35\%$ , Leucocitos  $<3.500/\text{mm}^3$ , Neutrofilos  $<1.200/\text{mm}^3$ , Plaquetas  $<150.000/\text{mm}^3$ ) (R. Lauwerys, 1994).

Si presentaron o no alteraciones hematológicas (parámetros normales de la biometría hemáticas).

#### EDAD

##### DEFICION CONCEPTUAL

El intervalo transcurrido entre la fecha de nacimiento y la fecha del censo, expresado en años solares completos. (ONU, 1998).

##### DEFINICION OPERACIONAL

Años cumplidos de los trabajadores, recabándolo por interrogatorio directo al momento de realizar la historia clínica.

##### ESCALA DE MEDICION

Variable cuantitativa continua discreta.

##### INDICADOR DE MEDICION

Años cumplidos.

#### ANTIGÜEDAD LABORAL

##### DEFINICION CONCEPTUAL

Período de tiempo que un trabajador lleva vinculado a una empresa.

##### DEFINICION OPERACIONAL

Años de antigüedad, el dato es recabado por interrogatorio directo al trabajador.

##### ESCALA DE MEDICION

Variable cuantitativa continua discreta

##### INDICADOR DE MEDICION

Años de antigüedad.

## TABAQUISMO (FUMADORES)

### DEFINICION CONCEPTUAL

Concepto que se aplica al consumo de tabaco y sus derivados por los individuos de la [sociedad](#).

### DEFINICION OPERACIONAL

Un fumador es una persona que ha fumado diariamente durante el último mes cualquier cantidad de cigarrillos, incluso uno (OMS). Dato recabado por interrogatorio directo al trabajador.

### ESCALA DE MEDICION

Variable cuantitativa continua discreta

### INDICADOR DE MEDICION

Índice tabáquico= No. Cigarros por día x años de fumar/ 20. (Aguilar Sara, 2007).

## ALCOHOLISMO

### DEFINICION CONCEPTUAL

Un estado de cambio en el comportamiento de un individuo, que incluye, además de una alteración que se manifiesta por el consumo franco de bebidas alcohólicas una continuidad de este consumo de manera no aprobada en su ambiente socio-cultural, a pesar de las dolorosas consecuencias directas que puede sufrir como enfermedades físicas, rechazo por parte de la familia, perjuicios económicos, y sanciones penales... un estado de alteración subjetiva, en el que se deteriora el dominio de la persona dependiente, sobre su forma de beber, existe la urgencia de ingerir alcohol y se pone de manifiesto una **IMPORTANCIA FUNDAMENTAL DEL ALCOHOL**, en que el planteamiento de las ocasiones de beber, puede tener preferencia sobre resto de sus actividades. Además de estos cambios, se observa un estado de alteración psicobiológica, con signos y síntomas a la privación del alcohol. Ingestión de bebidas alcohólicas para lograr su alivio y aumento de la tolerancia. (OMS).

### DEFINICION OPERACIONAL

Es el acto de tomar alcohol, el cual se produce por la fermentación del almidón o azúcar que se encuentra en frutas y granos.

### ESCALA DE MEDICION

Variable cualitativa nominal

INDICADOR DE MEDICION Si consume alcohol o No consume alcohol.

## **MATERIAL Y METODOS**

### DISEÑO

Observacional descriptivo transversal prospectivo.

### POBLACION DE ESTUDIO

El estudio se llevó a cabo en trabajadores de una imprenta, así como de una gasolinera de la ciudad de México, donde todos los trabajadores están expuestos a disolventes orgánicos entre ellos al benceno.

### CRITERIOS DE INCLUSION

Trabajadores de la imprenta y de la gasolinera, que estén expuestos a disolventes orgánicos (benceno).

Edad de mayores 18 años.

Tiempo de antigüedad laborando en la fábrica mayor a 1 año.

### CRITERIOS DE EXCLUSION

Antecedentes personales patológicos y/o heredo familiares, para enfermedades hematológicas.

Toxicomanías (uso actual o previo de inhalación de solventes).

Edad menor de 18 años.

Antigüedad laboral <1 año

Trabajadores con enfermedades hematológicas de diagnostico previo a la exposición a disolventes orgánicos.

### CRITERIOS DE ELIMINACION

Trabajadores que se nieguen a participar en el estudio.

Trabajadores que durante el estudio sean dados de baja de la empresa.

Trabajadores que durante el estudio requieran de una incapacidad para el trabajo.

### TAMAÑO DE LA MUESTRA

Trabajadores, que cumplieran con los criterios de inclusión de ambas empresas. La muestra se obtuvo tomando en cuenta a todos los trabajadores expuestos que cumplieran con los criterios de inclusión estudiando 14 trabajadores de la imprenta del departamento de DTP (preprensa y placas) y 21 trabajadores de la gasolinera.

### DESCRIPCIÓN DEL ESTUDIO

El estudio se realizó interrogando de manera directa por medio de la historia clínica (ver anexo), a cada uno de los sujetos de estudio, acerca de su edad, género, antigüedad laboral, puesto, jornada laboral, antecedentes personales patológicos y heredofamiliares sobre enfermedades hematológicas, tabaquismo (tiempo y cantidad diaria) y alcoholismo (inicio, frecuencia y cantidad) y otras toxicomanías.

Posteriormente se llevó a cabo el monitoreo ambiental delimitando solo el área de DTP en la imprenta y el área de despachado de gasolina en la gasolinera, durante una jornada laboral, utilizando Bombas SKC con tubos de carbón activado en base al siguiente método.

El análisis y procesamiento de las muestras se llevó a cabo en el Laboratorio de Toxicología Laboral y en el Laboratorio Clínico del Hospital General de Zona No. 32 "Villa Copa" del Instituto Mexicano del Seguro Social.



## PROCEDIMIENTO DE MONITOREO AMBIENTAL (Método NIOSH 1500)

### **Principios del método**

1. Se hace pasar un volumen conocido de aire a través de un tubo de carbón activado para atrapar los vapores orgánicos presentes.
2. El carbón activado del tubo se transfiere a un recipiente de muestreo pequeño con tapa y la sustancia a analizar se des adsorbe con disulfuro de carbono.
3. Se toma una alícuota de muestra des adsorbida y se inyecta en un cromatógrafo de gases.
4. Se determina el área del pico resultante y se compara con las áreas obtenidas de la inyección de los patrones.

### **Intervalo y sensibilidad**

Este método se estableció para un intervalo de 13 a 51.8 ppm a una presión y temperatura atmosférica de 101.592 kPa y 297.16 K (762 mm Hg y 24 °C) usando 2 litros de muestra. Bajo las condiciones del tamaño de muestra (2 litros), el intervalo probable de uso de este método es de 2.5 a 100 ppm. Este método es capaz de medir cantidades mucho más pequeñas si la eficiencia de des adsorción es la adecuada.

La eficiencia de des adsorción debe ser determinada para el intervalo usado. El límite superior del intervalo del método depende de la capacidad adsorbente del tubo de carbón activado. Esta capacidad varía con la concentración de benceno y de otras sustancias en el aire. Se encontró que la primera sección del tubo de carbón activado retenía al menos 6.8 mg de benceno, cuando se muestreó una atmósfera de prueba de 149.1 mg/m<sup>3</sup> de benceno en aire, a un flujo de 0.19 L/min durante 240 minutos; no se observó decremento en la concentración ya que no se detectó benceno en la parte posterior del tubo de carbón activado.

El tubo de carbón activado consiste de dos secciones de carbón activado separadas por una sección de espuma de poliuretano. Si se sospecha que una atmósfera en particular contiene una gran cantidad de contaminante, debe tomarse una muestra de menor volumen.

### **Instrumentación y equipo**

1. Una bomba de muestreo personal calibrada cuyo flujo pueda ser determinado con una tolerancia de  $\pm 5\%$  de la velocidad de flujo recomendada.
2. Tubos de carbón activado. Tubo de vidrio con ambos extremos sellados a la flama, de 7 cm de longitud con diámetro externo de 6 mm y 4 mm de diámetro interno, conteniendo 2 secciones de carbón activado de 20/40 mallas, separadas por una porción de espuma de poliuretano de 2 mm. El carbón activado se prepara de cáscara de coco y se calcina a 873.16 K (600 °C) antes de empacarlo. La sección adsorbente anterior contiene 100 mg de carbón activado, la sección posterior contiene 50 mg. Una porción de espuma de poliuretano de 3 mm se coloca entre el extremo de salida del tubo y la sección posterior. Un tapón de fibra de vidrio silanizado se coloca enfrente de la sección adsorbente. La caída de presión a través del tubo debe ser menor de 3.4 kPa (1 pulg de Hg), a una velocidad de flujo de 1 L/min.
3. Cromatógrafo de gases equipado con detector de ionización de flama (FID).
4. Columna Elite 1 30 m de longitud, ID 0, 32 No. Serie 8846336.
5. Un integrador electrónico o algún otro método conveniente para medir el área de los picos.
6. Contenedores de muestra de 2 mL con tapones de vidrio o recubiertos de teflón. Si es usado un inyector automático de muestra, los contenedores deben ser los adecuados para este equipo.
7. Microjeringas de 10 mL y otros tamaños convenientes para hacer estándares.
8. Pipetas volumétricas de 1 mL graduado en incrementos de 0.1 mL.
9. Matraces volumétricos de 10 mL o tamaños convenientes para hacer soluciones patrón.

### **Reactivos**

1. Disulfuro de carbono, calidad cromatográfica.
2. Benceno, grado reactivo.
3. Hexano, grado reactivo.
4. Nitrógeno de alta pureza.

5. Hidrógeno prepurificado.
6. Aire comprimido filtrado.

### **Procedimiento**

1. Limpieza del equipo.  
Toda la cristalería usada para análisis en laboratorio, se lava con detergente y posteriormente se enjuaga con agua corriente y agua destilada.
2. Calibración de bombas personales.  
Cada bomba personal se calibra con un tubo de carbón activado representativo en la línea. Esto minimizará los errores asociados a las incertidumbres en la colección del volumen de muestra.
3. Colección y manejo de muestras.
4. Inmediatamente antes del muestreo, romper los extremos del tubo para proveerlos de una abertura de, al menos, la mitad del diámetro interno del tubo (2 mm).
5. La sección más pequeña de carbón activado se utiliza para asegurar que la sección frontal no se ha saturado y debe colocarse hacia la succión de la bomba de muestreo.
6. El tubo de carbón activado se coloca en posición vertical durante el muestreo para minimizar acanalamientos a través del carbón activado.
7. El aire que está siendo muestreado no debe pasar a través de ninguna manguera o tubería, antes de entrar al tubo de carbón activado.
8. Para una concentración de 25 ppm, se recomienda una muestra de 2 litros. Muestrear durante 10 minutos a un flujo de 0.2 L/min.
9. Para una concentración promedio ponderada para 8 horas, se recomienda tomar un tamaño de muestra de 12 litros, muestreando a una velocidad de flujo de 0.2 L/min.
10. Se deben registrar la temperatura y presión atmosférica del sitio de muestreo. Si la lectura de presión no está disponible, registrar la altitud.

11. Los tubos de carbón activado son tapados con tapones de plástico inmediatamente después del muestreo. Bajo ninguna circunstancia se deben usar tapones de hule.
12. De cada lote de 10 muestras, someter un tubo del mismo lote de tubos que haya sido usado para la colección de muestras, exactamente al mismo manejo que las muestras, excepto que no se haya pasado aire a través de él. Etiquetar este tubo como blanco y será la referencia.
13. Los tubos de carbón activado tapados deben ser empacados adecuadamente con acolchonamiento antes de que sean transportados, para minimizar roturas durante el traslado.
14. Se debe enviar al laboratorio una muestra del material a analizar (aire de la atmósfera de trabajo) en un contenedor de vidrio con tapa recubierta de teflón. Esta muestra no debe ser transportada en el mismo recipiente que los tubos de carbón activado. (NOM-010-STPS-1999).

PROCEDIMIENTO DE MONITOREO BIOLÓGICO (Método NIOSH 8305)

**Tratamiento de la muestra**

1. Recoger de 50 a 100 mL de orina.
2. Cerrar el frasco inmediatamente después de la recogida de muestras.
3. Congelación de la orina.
4. MÉTODO: cromatografía de gases, FID  
Analito: fenol
5. TRATAMIENTO: hidrólisis ácida, extracción  
Volumen inyectado: 5 µL  
TEMPERATURA DE INYECCIÓN: 180 °C  
Detector: 200 °C
6. COLUMNA: 4 min 120 °C, 16 °C/min, 4 min @ 190 °C.
7. COLUMNA: 3 metros x 2 mm de diámetro-de vidrio, 2% de dietilenglicol adipato glicol / Anakrom Q, 60/80 malla, Gas portador: N<sub>2</sub>, 25 mL/min.
8. CALIBRACIÓN: Analito en el control de la orina.
9. RANGO: 2 a 300 µg de fenol / mL de orina.
10. PREVISIÓN LD: 0,5 mg/mL de orina.
11. RECUPERACIÓN: (1) 94% 15 mg/mL; (2) 95% 50 mg/mL.
12. PRECISION (S r): (1) 0,128, (2) 0,091.
13. PRECISIÓN: (1) ±31,0 %, (2) ±22,8 %

### ESTUDIO DE BIOMETRIA HEMATICA

Se realizara toma de muestras de sangre a cada trabajador expuesto en ayuno previo al inicio de su jornada laboral.

Las muestras se procesarán en un analizador automático, el mismo día de la toma para evitar alteraciones en los resultados.

### PLAN DE ANALISIS

Se llevó a cabo un análisis bivariado obteniendo la asociación de alteraciones hematológicas en trabajadores expuestos a benceno.

Análisis estadístico: Se calcularon los coeficientes de correlación de las variables continuas utilizando el coeficiente de correlación de Pearson. Así como el cálculo de la prevalencia para las alteraciones hematológicas.

Para el análisis de los resultados obtenidos se elaboraron tablas para recolectar la información (ver anexo 2 tabla 1 y tabla 2), se utilizo el paquete estadístico Stata 9.0 y Excel, obteniendo la siguiente información.

### RECURSOS HUMANOS

Residente de Medicina del Trabajo

Asesor Médico

Ingeniero en Seguridad e Higiene Industrial

Químico

Laboratorista Clínico

## **CONSIDERACIONES ETICAS APLICABLES AL ESTUDIO**

### **ASPECTOS ETICOS**

Dadas las características del estudio no se contraponen a los principios científicos y éticos de la declaración de Helsinki, Finlandia, revisada por la vigésima novena asamblea mundial de la Asociación Médica Mundial, en Tokio, Japón de 1975. De acuerdo con el Título Quinto de investigación en salud, artículos 96 al 103 de la Ley General de Salud así como del Reglamento de la Ley General de Salud en materia de investigación para la salud, en base al artículo 17 de aspectos éticos, esta investigación es de tipo II de riesgo mínimo a la salud.

Se requiere el consentimiento informado ya que se trabajara con empleados de una imprenta y una gasolinera, a los que se les tomara muestra de orina para determinación de fenol en orina y depuración de creatinina en sangre, muestra de sangre para BHC, el cual se recabó en el formato establecido por la Coordinación de Investigación en Salud del I.M.S.S. (Anexo 1), el cual fue firmado previo a la realización de los estudios.

La información será manejada en forma confidencial y con fines académicos.

#### RECURSOS FINANCIEROS

Este proyecto de investigación se financio por el Instituto Mexicano del Seguro Social por medio del laboratorio de Toxicología laboral y laboratorio clínico, así como por el propio autor.

#### LIMITE DE TIEMPO DE LA INVESTIGACIÓN

El tiempo comprendido del estudio fue de Enero 2009 a Agosto del 2009.



## CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

ACTIVIDADES	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO
Elección de tema de estudio	X									
Búsqueda de información		X								
Elaboración de protocolo			X							
Revisión de protocolo				X						
Entrega de protocolo					X					
Aceptación por el comité de ética										
Elaboración de la investigación						X	X			
Análisis estadístico								X		
Elaboración de Resultados									X	
Presentación y Entrega de Tesis										X

## RESULTADOS

En el caso de la imprenta se estudio el área de DTP (prerensa y placas), donde se llevo a cabo dos monitoreos ambientales, con el fin de reconocer las causas de variabilidad de los resultados. El monitoreo biológico y la toma de biometrías hemáticas se realizo a 14 de los 20 trabajadores del área ya que los 6 restantes no cumplían con los criterios de inclusión. Para la gasolinera se estudiaron 21 trabajadores todos con el puesto de despachadores llevando a cabo un monitoreo ambiental, así como toma de monitoreo biológico y de biometrías hemáticas.

Para la imprenta, la mediana de la variable de edad fue de 34.5 años con un percentil 10 de 25 años y un percentil 90 de 46 años (ver anexo2 gráfica 1); la antigüedad con una mediana de 2.5 años (ver anexo2 gráfica 1.1); El índice tabáquico con una media 0.33 paquetes/año con una desviación estándar de 0.819 (ver anexo 2, gráfica 1.2); Benceno ambiental con una media de 0.0003121 ppm, desviación estándar 0.000431(ver anexo 2, gráfica 1.3); Fenol en orina media de 8.1 mg/L con una desviación estándar de 9.34 (ver anexo 2, gráfica 1.4)

El porcentaje por género estudiado, fue mayor para el masculino con 85.7 % y femenino 14.2 % (ver anexo 2, gráfico 1.5).

En la gasolinera, la mediana de la variable de edad fue de 39 años con un percentil 10 de 30 años, en el percentil 90 de 54 años (ver anexo 2, gráfica 2); la antigüedad con una mediana de 13 años (ver anexo 2, gráfica 2.1); el índice tabáquico con una media de 2.9 paquetes por año, desviación estándar de 4 (ver anexo 2, gráfica 2.2); Benceno ambiental con una media de 0.000000308 y una desviación estándar de 0.0000141ppm (ver anexo 2, gráfica 2.3); Fenol en orina con una media de 18.6 mg/L, desviación estándar de 17.4 (ver anexo 2, gráfica 2.4).

El porcentaje por género estudiado, fue igualmente mayor para el género masculino 80.9 % y femenino de 19 % (ver anexo 2, gráfica 2.5).

### Imprenta

Se calculo el coeficiente de correlación de Pearson, obteniendo un valor de  $r = -0.0738$  entre el benceno ambiental y fenol en orina por lo que se concluye que no existe correlación entre ambos. Para la correlación entre Fenol en orina el índice tabáquico se obtuvo un coeficiente de correlación  $r = -0.29$  obteniendo un correlación baja.

Utilizando la prueba de t de Student para analizar los niveles de benceno ambiental en 2 grupos de trabajadores, divididos por la presencia o ausencia de leucopenia, se obtuvo un valor p de 0.0390, que es estadísticamente significativo

aceptando que existe diferencia entre los niveles de benceno ambiental en ambos grupos, siendo mayores los valores de benceno entre los trabajadores leucopenicos. (Ver anexo 2, gráfica 3 y gráfica 3.1). Al comparar antigüedad y presencia de leucopenia, se encontró que no hubo diferencias entre la antigüedad de los trabajadores que tuvieron o no esta alteración hematológica, con un valor p de 0.6, siendo no significativa. Se calculo la prevalencia de leucopenia para la población total de los trabajadores del área de DTP n=20 por lo que el resultado fue una prevalencia del 15 %.

#### Gasolinera

Se calculo el coeficiente de correlación de Pearson, obteniendo un valor de  $r=0.26$  entre benceno ambiental y fenol en orina por lo que se concluyo que la correlación es baja entre ambos. Fenol en orina e índice tabáquico  $r=0.53$  obteniendo una correlación moderada.

En el caso del benceno ambiental y las alteraciones hematológicas no se pudo establecer ninguna relación ya que todos los resultados en las biometrías hemáticas estuvieron dentro de parámetros normales. (Ver anexo 2, gráfica 4 y gráfica 4.1).

## DISCUSION

En el Distrito Federal, hasta diciembre del 2008 se encontraban laborando en la manufactura de papel, imprentas y editoriales un total 23,941 personas (INEGI). En trabajadores de gasolineras con un total 4.453, repartidos en 234 gasolineras, en el año de 1996. Por desgracia no existen datos actualizados en el INEGI para el caso de las gasolineras. Pero podemos darnos cuenta que son miles de trabajadores los que diariamente están expuestos a disolventes orgánicos entre ellos al benceno.

Se conoce que la exposición a benceno, habitualmente en el ámbito laboral, se asocia con diversas alteraciones hematológicas, que van desde la disminución de algunas líneas celulares, hasta la proliferación neoplásica de otras; esto se ha demostrado fundamentalmente en los leucocitos.

Aunque pudimos constatar en esta investigación que en ambas industrias estudiadas los niveles de benceno ambiental estuvieron muy por debajo del estipulado por la normatividad tanto nacional como internacional, encontramos una probable asociación con las alteraciones hematológicas, constatando lo ya encontrado en otros estudios de mayor solidez por el número de población estudiada y metodología utilizada, como es el caso de un estudio de cohorte en la industria del petróleo en Australia donde se identificaron 79 casos de cáncer linfomatomatopoyetico entre los años de 1981-1999 por exposición a benceno a niveles de 0.8 ppm (Deborah C. Glass, 2003).

Un dato importante que se debe conocer, es el tiempo que tarda un trabajador en desarrollar leucemia a partir de la primera exposición es de aproximadamente de 5-15 años (ATSDR).

De acuerdo a otro estudio de cohorte donde se estudio a 105 trabajadores entre los años de 1967-1994 de una compañía petrolera, expuestos a niveles entre 0.14 y 2.8 ppm de benceno se observo durante este tiempo una disminución de la línea celular roja (Khuder, 1999).

En Tianjin, China en el 2004 se lleva a cabo un estudio de casos y controles, a 250 trabajadores en la manufactura de calzado con 140 controles, encontrando que con niveles cercanos 1ppm se observa un decremento de los leucocitos no así en los controles. (QuingLan, 2004).

En EUA la EPA afirma que la exposición a 1 ppm de benceno durante toda la vida significa un aumento de la mortalidad por leucemia del 22 %.

Con nuevas pruebas de los riesgos de neoplasia por exposición al benceno, la ACGIH ha propuesto reducir el umbral límite de 8 horas de exposición a 0.1 ppm.

El benceno actualmente sigue estando presente en múltiples mezclas ya sea como pegamento, gasolina, thinner, en cosméticos, como preservador de placas, tintas, pinturas etc. Pero es importante conocer que existen instancias preocupadas por su uso. Por lo que la organización mundial de comercio y la EPA elaboraron una notificación con la que se pretende disminuir los niveles de benceno en las gasolineras

que actualmente en México varía de 1-5 % de concentración, este proyecto plantea una reducción hasta 0.62 % en volumen de contenido de benceno para el 2011.

El humo del cigarrillo contiene benceno pirolítico y diversos compuestos, por lo que se esperaría que en personas fumadoras se elimine por orina fenol como metabolito del benceno. Un fumador típico de población norteamericana (32 cigarrillos al día) recibe aproximadamente 1.8 mg de benceno al día. Esta cantidad es aproximadamente 10 veces mayor que la cantidad de benceno que recibe una persona que no fuma. (ATRDS, 2007). Esto lo pudimos corroborar en nuestra investigación ya que los trabajadores de la gasolinera presentaron niveles elevados de fenol en orina muy a pesar de tener exposición mínima de benceno y que se pudieran atribuir al tabaquismo. En 1995 se realizó un estudio para evaluar la utilidad de los biomarcadores en exposición a benceno se determinó catecol, hidroquinona y fenol encontrando que este último no es específico en exposiciones menores a 5 ppm (C N Ong, 1995). Por lo que en el caso de ambos trabajadores de la imprenta y la gasolinera su exposición es baja, siendo la determinación de fenol de poca utilidad.

Entre el 20 y el 40 por ciento de benceno en la sangre se metaboliza en fenol, esto hace suponer que este es un buen biomarcador del benceno. Sin embargo, el fenol en la orina no es un indicador específico de la exposición al benceno y la excreción de fenol en la orina puede aumentar por la dieta (consumo de embutidos o quesos ahumados), alteraciones hepáticas, intestinales, y las drogas como la aspirina. Para esta investigación a pesar de la realización de historia clínica completa haciendo hincapié en la ingesta de medicamentos o alimentos que pudieran alterar los resultados no se puede corroborar la veracidad de esto pues el consumo de embutidos en ambas poblaciones de trabajadores es alto.

En nuestro país a pesar de existir normatividad con respecto al uso y manejo de sustancias químicas como el benceno estas generalmente no se cumplen o se cumplen a medias como es el caso de ambas industrias estudiadas, pues aunque sea mínima la exposición debería ser nula y de esta forma procurar la salud de cada uno de los trabajadores ya una enfermedad de trabajo como lo es el cáncer linfopoyético, es incapacitante y de mal pronóstico en la mayoría de los casos.

Y por ser México un país de tercer nivel con un sistema deficiente de seguridad social, se debería incidir en mayor prevención y no asumiendo el costo tan elevado en tratamientos médicos, pero esto requiere de un trabajo multidisciplinario entre todas las instancias gubernamentales que procuren una mejor supervisión de las industrias. Es también de importancia que se actualice la normatividad en base a los estudios de investigación internacional.

## CONCLUSIONES

En esta investigación podemos concluir lo siguiente:

Para el caso de la Imprenta, a pesar de que la exposición a benceno está por debajo de lo estipulado por la NOM-010-STPS-2000 que es de 1 ppm para una jornada de 8 h, si se corroboró la asociación con una de las alteraciones hematológicas encontradas en los trabajadores que fue la leucopenia. En el caso de la determinación de fenol en orina como metabolito biológico del benceno no se existió asociación, esto nos habla de la poca especificidad del fenol urinario. Por otro lado el fenol sí tuvo una asociación baja con el índice tabáquico, esto tal vez se debe a que en el humo de tabaco existe concentraciones de fenol que posterior al paso por los pulmones se elimina en la orina. Se obtuvo una prevalencia del 15 % para la presencia de leucopenia.

Para la gasolinera se concluyó que la exposición a benceno fue mínima, ya que al realizar el monitoreo ambiental y ser analizadas las muestras, solo en uno de los tubos de carbón, se detecto benceno en concentración por debajo de lo establecido por la normatividad nacional. No se pudo establecer una asociación entre benceno y alteraciones hematológicas puesto que los resultados de las biometrías hemáticas estuvieron en rangos de normalidad para la edad y raza. Entre el fenol en orina y el benceno su asociación fue baja y probablemente la presencia de fenol urinario se deba a la presencia de fenol en la combustión de la gasolina en los automóviles así como al tabaquismo. Pero para el fenol en orina y el índice tabáquico si existió una asociación importante.

No importa que tan baja sea la exposición a benceno pues a pesar de que se logre estar por debajo de lo estipulado por normatividad no es suficiente para evitar las consecuencias medicas específicamente para esta investigación de las alteraciones hematológicas que aunque son tratables mediante el cese de la exposición, si esto no se lleva a cabo se corre el riesgo de anemia aplasica o Leucemias.

## RECOMENDACIONES

La recomendación más importante es la eliminación del uso del benceno, ya que los riesgos a la salud que provoca son severos y como pudimos constatar no importa que tan baja sea la exposición de igual manera se producen.

En la imprenta el uso de este disolvente orgánico es en base a una mezcla con otros químicos y su uso es para preservar por más tiempo el uso de la placa, durante la investigación analizamos este químico denominado Termotek pues en la hoja de seguridad no se especifica que concentración de benceno contiene por lo que se encontró que en un envase nuevo no logramos detectar benceno pero en otro envase ya abierto y en uso si encontramos benceno en una concentración mínima, por lo que concluimos que no se tiene estandarizada su concentración y esto no es adecuado pues en ocasiones puede haber o no exposición, en el área donde se localiza el Termotek el envase esta destapado todo el tiempo, una opción sería colocar un tapón de hule herméticamente que tenga un orificio por donde introducir la manguera que va al horno sellándola, utilizar guantes para evitar el contacto cuando se realice esta acción, pero esto no es suficiente también debe existir extracción para vapores orgánicos en el área de tal forma que la no exista exposición.

En la gasolinera aunque en realidad no existe exposición, se deben realizar campañas contra el tabaquismo pues las concentraciones de fenol urinario son elevadas y aunadas a la exposición al fenol de la gasolina y de las emisiones de los automóviles, podrían traer consecuencias a la salud.

## BIBLIOGRAFIA

1. NOM-002-SCT2-1994 LISTADO DE LAS SUBSTANCIAS Y MATERIALES PELIGROSOS MAS USUALMENTE. TRANSPORTADOS.
2. NOM-010-STPS-2000 RELATIVA A LAS CONDICIONES DE SEGURIDAD E HIGIENE EN LOS CENTROS DE TRABAJO DONDE SE PRODUZCAN, ALMACENEN O MANEJEN SUSTANCIAS QUÍMICAS CAPACES DE GENERAR CONTAMINACIÓN EN EL MEDIO AMBIENTE LABORAL.
3. NOM-047-SSA1-1993 QUE ESTABLECE LOS LIMITES BIOLOGICOS PERMISIBLES DE DISOLVENTES ORGANICOS EN EL PERSONAL OCUPACIONALMENTE EXPUESTO.
4. ACGIH. TLVs and BEIs. Woldwide signature publications, 2006; pág.13.
5. Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades. (ATSDR). 2007. Reseña Toxicológica del Benceno Atlanta, GA: Departamento de Salud y Servicios Humanos de EE. UU., Servicio de Salud Pública.
6. Aguilar Navarro Sara, M.C. Alcohol, tabaco y deterioro cognoscitivo en adultos mexicanos mayores de 65 años. Salud Pública Méx 2007; Vol. 49(sup 4):467-474.
7. Centro Nacional para la Prevención de Enfermedades crónicas y la Promoción de la Salud. Prevención y control mundial del tabaco. Diferencia entre los sexos en el consumo de tabaco en el mundo.  
[www.cdc.gov/tobacco/global/gyts-espanol/global\\_luse00abstrac](http://www.cdc.gov/tobacco/global/gyts-espanol/global_luse00abstrac).
8. Informe del Comité de expertos de la OMS en la Serie de Informes técnicos núm. 650 ORGANIZACIÓN MUDIAL DE LA SALUD. GINEBRA 1.980. ENFERMEDAD ALCOHÓLICA en el epígrafe 303 del glosario de enfermedades, entre las NO TRANSMISIBLES.  
<http://www.faar.es/index.php?page=65&ampliar=6>.
9. Instituto Nacional de Ecología. SEMARNAT. Generalidades sobre la calidad del aire. <http://www.ine.gob.mx/publicaciones/libros/234/cap2.html>.
10. Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI).  
<http://www.inegi.gob.mx>.



11. Bernard D. Goldstein. Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo. Cap. Sangre: 1.1-1.10.
12. C N Ong, P W Kok. Evaluation of biomarkers for occupational exposure to benzene. *Occupational Environmental Medicine* 1995; 52: 528-533).
13. Darío Córdoba. Toxicología. Edit. Manual Moderno 4ª Ed. 2001, Bogotá, Colombia; pág. 604-605.
14. Deborah C. Glass, Christopher N. Gray. Leukemia Risk associated With Low-Level Benzene Exposure. *Epidemiology*. Vol. 14 Number 5, September 2003:569-577.
15. GUILAN LI. Progress of Epidemiological and Molecular Epidemiological Studies on Benzene in China. [Annals of the New York Academy of Sciences](#) Volume 1076 Issue Living in a Chemical World: Framing the Future in Light of the Past, 2006; Pages 800 – 809.
16. Hayes RB, Songnian Y, Dosemici M. benzene and lymphohematopoietic malignancies in humans. *Am J. Ind Med* 2001. Aug; 40 (2): 117-26.
17. Khuder S.A.; Youngdale M. C. Assessment of complete blood count variations among workers exposed to low levels of benzene. *Journal of occupational and environmental medicine*. 1999, vol. 41, N° 9, pp. 821-826.
18. Matthew J. Ellenhorn. *Medical Toxicology Diagnosis and Treatment of human poisoning*. Edit. Elsevier, New York 1988: 947-950.
19. Malinda A. Midzenski, MD, Acute high dose exposure to benzene in shipyard workers. [American Journal of Industrial Medicine](#). Volume 22 Issue 4, Pages 553 – 565 (2007).
20. Michele A. Medinsky, Paul M. Schlosser. Critical issues in Benzene Toxicity and Metabolism: the effect of interactions with other organic chemicals on risk assessment. *Environmental Health Perspectives* 102 (Sup 9): 119-124 (1994).
21. Miriam Quitt, MD. Autonomous Growth of committed haematopoietic progenitors from peripheral blood of workers exposed to low levels of benzene. *J Occupational Environmental medicine* 2004 january; 46: 27-29.

22. Nelson F. Albiano. Toxicología Laboral. Criterios para la Vigilancia de los Trabajadores Expuestos a Sustancias Químicas Peligrosas Pág. 67-68.
23. N. Rothman, W E Bechtold, S-N Yin, M Dosemeci, G-L Li, Y-Z Wang, W C Griffith, M T Smith, R B Hayes. Urinary excretion of phenol, catechol, hydroquinone, and muconic acid by workers occupationally exposed to benzene.
24. Principios y Recomendaciones para los Censos de Población y Habitación. Informes Estadísticos -serie M, Núm. 67 Revisión 1- Naciones Unidas, Nueva York, 1998.
25. QingLan, Luoping Zhang. Hematotoxicity in Workers Exposed to Low Levels of Benzene. *Science*. 2004 December 3; 306(5702): 1774–1776.
26. R. Lauwerys. Toxicología Industrial e intoxicaciones profesionales. 3ª Ed. Edit. Masson, Barcelona España, 1994; pág. 228-235.
27. RA Rinsky, AB Smith. Benzene and leukemia. An epidemiologic risk assessment. *Environmental Health Perspectives*, Volume 104, Supplement 6, December 1996.
28. Sarmiento Renteria Jorge. Balance de solventes ZMVM 2004 .Gobierno del Distrito Federal. Secretaria del medio ambiente. Noviembre 2006.  
[www.sma.df.gob.mx/sma/links/download/archivos/presentacionsolventes2004](http://www.sma.df.gob.mx/sma/links/download/archivos/presentacionsolventes2004)
29. Shan P. Tsai. A hematology surveillance study of petrochemical workers exposed to benzene. *Regulatory Toxicology and Pharmacology* Volume 40, Issue 1, August 2004, Pages 67-73.
30. Tte. Efra. Fátima Ugalde Aguilar. Valores de referencia en la citometria hematica del personal que acude al Hospital central Militar. *Rev. Sanid Milit Méx*, 1997; 51(4) Jul. Ago. 175-178.
31. V. Haufroid and D. Lison. Mercapturic acids revisited as biomarkers of exposure to reactive chemicals in occupational toxicology: a minireview.
32. Xia ZL, Jin XP, Ascertainment corrected prevalence rate (ACPR) of leukopenia in workers exposed to benzene in small-scale industries calculated with capture-recapture methods. [Biomed Environ Sci](#). 1995 Mar; 8(1).

# **ANEXO 1**

## FORMATO DE REGISTRO DE MUESTREO PARA LA EVALUACION DE AGENTES QUÍMICOS EN EL MEDIO AMBIENTE DE TRABAJO.

Empresa		Fecha		Solicitud		No. Pág.			
Domicilio		Tipo de estudio							
Ciudad		Tipo de muestreo							
Departamento		Condiciones ambientales del muestreo							
Puesto de trabajo		Presión atmosférica		Temperatura del aire		Temperatura de bulbo húmedo			
Nombre del trabajador		Observaciones							
Afiliación		Muestreo realizado por							
Muestra No.	Bomba No. De serie	Calibración inicial	Calibración final	Hora inicial del muestreo	Hora final del muestreo	Flujo volumétrico de operación	Medio de recolección	Análisis requerido	Método para el análisis

Muestras blanco de campo

\_\_\_\_\_  
Recepción de muestras del laboratorio

Probables inferencias

\_\_\_\_\_  
Fecha de recepción en el laboratorio

## HISTORIA CLINICA

FOLIO:  FECHA:

Nombre:

1. Edad:

2. Género: Masculino (1)  Femenino (2)

3. Área:

Administrativo:

Producción:

DTP	<input type="text"/>	Prensas planas	<input type="text"/>
Formación	<input type="text"/>	Almacén	<input type="text"/>
Transporte	<input type="text"/>	Mantenimiento	<input type="text"/>
Encuadernación	<input type="text"/>	Intendencia	<input type="text"/>
Rotativas	<input type="text"/>		<input type="text"/>

4. Puesto de trabajo:

5. Puestos anteriores:

6. Antigüedad en el puesto:

7. Antigüedad en la empresa:

8. Mencione sus dos últimos empleos previos a ingresar a esta empresa

### ANTECEDENTES PERSONALES PATOLOGICOS

¿Padece usted alguna enfermedad?

	SI	NO	
Diabetes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Hipertensión	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Alérgicos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Cardiopatías	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Digestivas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Hematológicas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Hepáticos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Neurológicos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Óticas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Oftalmológicos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Columna vertebral	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Traumáticos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Quirúrgicos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Neoplásicas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Venéreos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Transfusiones	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Otra	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____

### ANTECEDENTES HEREDO FAMILIARES

¿Algún familiar suyo (Papá, mamá, abuelos, tíos, hermanos, hijos) padece alguna enfermedad de la sangre?

	SI	NO	
Diabetes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Hipertensión	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Alérgicos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Cardiopatías	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____

Digestivas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Hematológicas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Neurológicos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Neoplásicos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____

**ANTECEDENTES PERSONALES NO PATOLÓGICOS**

Habitación

Propia	<input type="checkbox"/>
Rentada	<input type="checkbox"/>
Prestada	<input type="checkbox"/>

Hábitos higiénicos:

Baño:	Diario	<input type="checkbox"/>
	Cada tercer día	<input type="checkbox"/>
	Una vez a la semana	<input type="checkbox"/>

Hábitos dietéticos:

No. comidas al día: \_\_\_\_\_

Lugar donde los consume (en general):

	Desayuno	Comida	Cena
Hogar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Calle	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Comedor de la empresa	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Alimentos (consumo por semana)

Carne roja	/ 7	Pan/ Tortilla	/ 7
Pollo	/ 7	pastas	/ 7
Pescado	/ 7	Embutidos	/ 7
Leche	/ 7	Refrescos	/ 7
Fruta	/ 7	Verdura	/ 7
Comida chatarra	/ 7	Agua (cantidad/ día)	

Higiene dental:

Frecuencia: \_\_\_\_\_ veces/día

Adicciones:

Tabaquismo :

No  Si  Tiempo: \_\_\_\_\_ Frecuencia: \_\_\_\_\_ Cantidad: \_\_\_\_\_

Alcoholismo:

No  Si  Tiempo: \_\_\_\_\_ Frecuencia: \_\_\_\_\_ Que bebe: \_\_\_\_\_  
Cantidad: \_\_\_\_\_ Llega a la embriaguez: No  Si

Toxicomanías:

No  Si  Tiempo: \_\_\_\_\_ Frecuencia: \_\_\_\_\_ Cantidad: \_\_\_\_\_  
Que es lo que consume: \_\_\_\_\_

Ejercicio: No  Si  Cual y frecuencia: \_\_\_\_\_

Actividad en su Tiempo libre: \_\_\_\_\_

Medicamentos \_\_\_\_\_ que \_\_\_\_\_ actualmente consume: \_\_\_\_\_

Tipo de sangre:

Antitetánica: No  Si  Año de aplicación: \_\_\_\_\_ Dosis: \_\_\_\_\_

**ANTECEDENTES GINECO-OBSTÉTRICOS**

FUR: \_\_\_\_\_

Menorrea

Dismenorrea: No  Si

IVS: No  Si  años

G:  P:  A:

Autoexploración de mamas: No  Si  Hallazgos: \_\_\_\_\_



## Interrogatorio por aparatos y sistemas

Síntomas generales:

---

Órganos de los sentidos:

---

Cardiorrespiratorio:

---

Vascular periférico:

---

Digestivo:

---

Genito-urinario:

---

Endocrino:

---

Nervioso:

---

Músculo- esquelético:

---

Piel y fanelas:

---

Estado de ánimo:

---

### ➤ Exploración Física

Signos vitales:

FC            x min            FR            x min            T            °C            TA            mmHg

---

Somatometría

Peso            Kg            Talla            m            IMC:

---

Cabeza:

---

---

Cuello:

---

---

Cardiorrespiratorio:

---

---

Abdomen:

---

---

Extremidades superiores:

---

---

Extremidades inferiores:

---

---

Columna vertebral:

---

---

Órganos de los sentidos:

Ojos

Reflejos pupilares:

Fotomotor: OD: \_\_\_\_\_ OI: \_\_\_\_\_

Consensual: OD: \_\_\_\_\_ OI: \_\_\_\_\_

Oídos:

Otoscopia:

Conductos auditivos externos: OD: \_\_\_\_\_

OI: \_\_\_\_\_

Membrana timpánica: OD: \_\_\_\_\_

OI: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Sistema nervioso:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Piel y anexos:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_



**CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PARTICIPACIÓN EN PROTOCOLOS DE INVESTIGACIÓN CLINICA**

Lugar  
y  
Fecha

Por medio de la presente acepto participar en el protocolo de investigación titulado:

ALTERACIONES HEMATOLOGICAS EN TRABAJADORES EXPUESTOS A BENCENO DE UNA IMPRENTA

Registrado ante el Comité Local de Investigación Con el número:

El objetivo del estudio es:

Investigar la prevalencia de las alteraciones hematológicas en trabajadores de una imprenta expuestos a benceno.

Se me ha explicado que mi participación consistirá en:

Declaro que se me ha informado ampliamente sobre los posibles riesgos, inconvenientes, molestias y beneficios derivados de mi participación en el estudio, que son los siguientes:

El Investigador Responsable se ha comprometido a darme información oportuna sobre cualquier procedimiento alternativo adecuado que pudiera ser ventajoso para mi tratamiento, así como a responder cualquier pregunta y aclarar cualquier duda que le plantee acerca de los procedimientos que se llevarán a cabo, los riesgos, beneficios o cualquier otro asunto relacionado con la investigación o con mi tratamiento.

Entiendo que conservo el derecho de retirarme del estudio en cualquier momento en que lo considere conveniente, sin que ello afecte la atención médica que recibo en el Instituto.

El Investigador Responsable me ha dado seguridades de que no se me identificará en las presentaciones o publicaciones que deriven de este estudio y de que los datos relacionados con mi privacidad serán manejados en forma confidencial. También se ha comprometido a proporcionarme la información actualizada que se obtenga durante el estudio, aunque esta pudiera cambiar de parecer respecto a mi permanencia en el mismo.

Nombre y firma del paciente

DRA. EVANGELINA RODARTE CANDIANI

Nombre, firma y matrícula del Investigador Responsable.

Números telefónicos a los cuales puede comunicarse en caso de emergencia, dudas o preguntas relacionadas con el estudio:

044-55-37-17-00-63

Testigos

Clave: 2810 – 009 – 013

# **ANEXO 2**

## TABLAS Y GRÁFICAS

Tabla 1. Imprenta, base de datos.

FOLIO	GENERO	EDAD	ANTIGÜEDAD	INDICE		BENCENO ORINA		FENOL EN			
				TABAQUICO	ALCOHOLISMO	(ppm)	(mg/l)	ANEMIA	LEUCOPENIA	PLAQUETOPENIA	NEUTROPENIA
CBVH	2	25	2	0.3	1	0	0	2	1	2	2
CHFI	2	45	2	0	2	0	18	2	2	2	2
CRBA	1	31	3	0.35	2	0	0	2	2	2	2
ELMO	2	36	1	0	2	0.000515	24	2	2	2	2
FSJS	2	46	2	3.1	1	0.000499	0	2	2	2	2
HAEA	2	46	1	0	2	0	5.9	2	2	2	2
ICAP	1	20	1	0.6	1	0	15	2	2	2	2
LML	2	40	4	0	2	0.000442	11	2	2	2	2
MDLJ	2	42	14	0	1	0	0	2	2	2	2
OME	2	27	6	0	1	0	26	2	2	2	2
ORMA	2	33	8	0.35	1	0.000727	0	2	1	2	2
OSHM	2	32	3	0	2	0.00137	5.15	2	1	2	2
SVA	2	42	2	0	2	0.000817	9.2	2	2	2	2
VGE	2	32	4	0	2	0	0	2	2	2	2

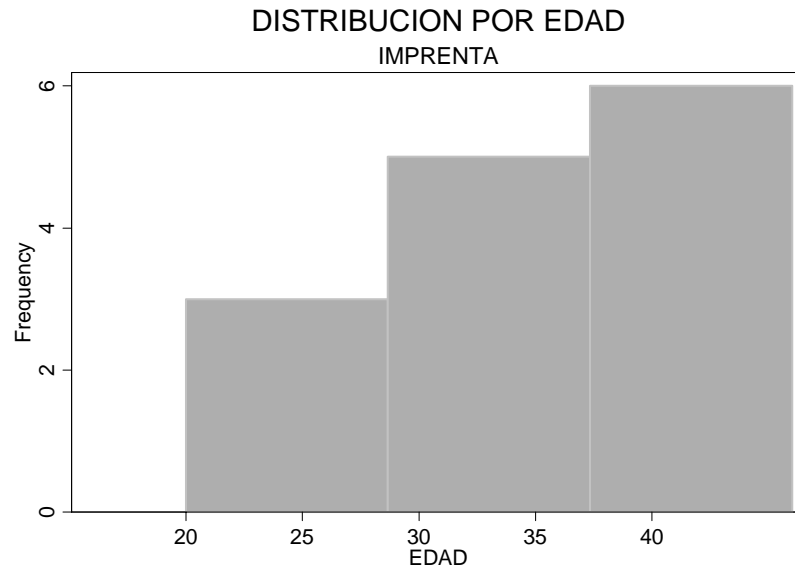
En el caso de género 1= femenino y 2= masculino; Para el resto variables cualitativas 1= si está presente y 2= no está presente.

Tabla 2. Gasolinera, base de datos.

FOLIO	GENERO	EDAD	ANTIGÜEDAD	INDICE		BENCENO (ppm)	FENOL EN ORINA	
				TABAQUICO	ALCOHOLISMO		ANEMIA	
ADMR		1	43	25	5	2	0	2
CBE		2	54	20	0	2	0	2
CAV		1	32	10	7	2	0	2
CJJ		2	39	18	0	1	0	2
CCJ		2	30	4	3.5	1	0	2
EAJC		2	39	16	3	2	0	2
GMFJ		2	32	13	11	2	0	2
GM		1	53	19	13.6	2	0	2
HLC		2	53	19	0	1	0	2
HMA		2	41	20	0	1	0	2
JCD		2	39	10	0	2	0	2
LAF		2	48	1	1	2	0	2
LTL		1	26	8	1.75	2	0	2
LRV		2	50	22	0	1	0	2
MSL		2	54	9	0	2	0	2
OEA		2	32	5	0	1	0	2
SDE		2	20	1	0.6	2	0	2
SGIA		2	31	9	0.85	1	0	2
TMI		2	59	17	0	2	0	2
VSR		2	35	13	9	1	0	2
ZCMA		2	43	20	5	1	0.0000646	2

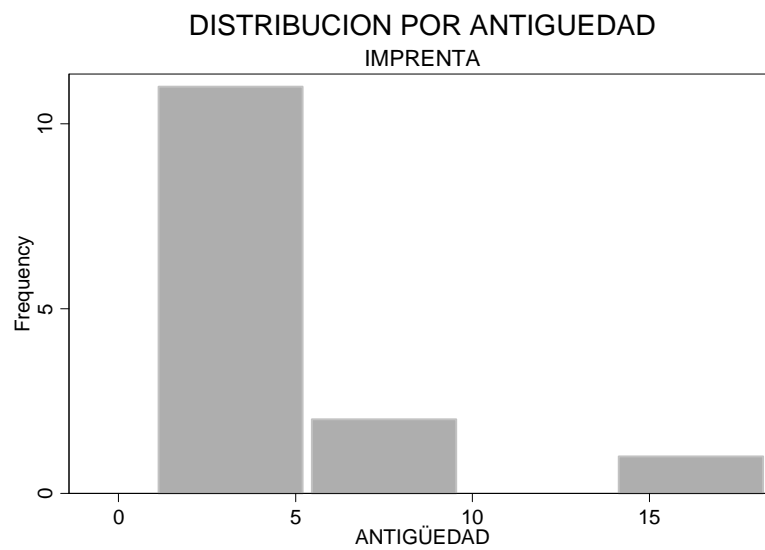
En el caso de género 1= femenino y 2= masculino; Para el resto variables cualitativas 1= si está presente y 2= no está presente.

Gráfico 1.



En este gráfico, observamos que la mayor parte de los trabajadores tienen una edad entre los 30-40 años de edad.

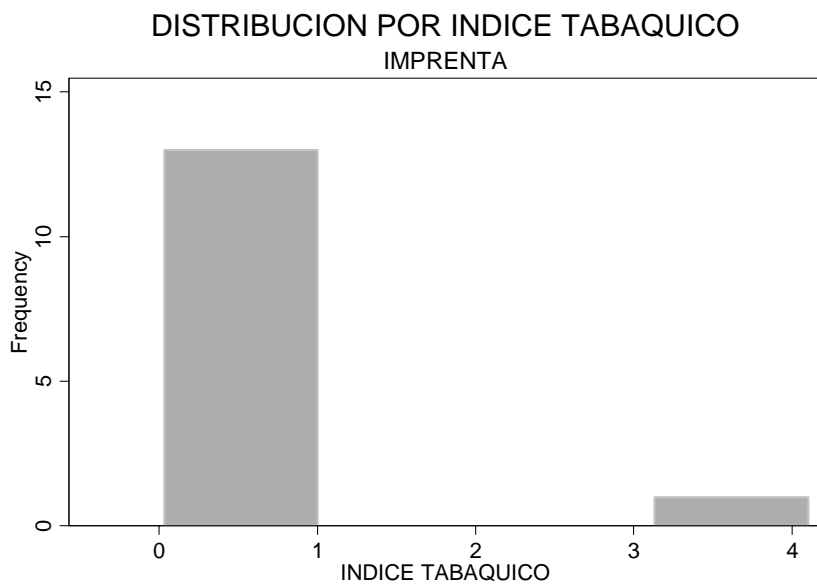
Gráfico 1.1



Podemos observar que la mayor parte de los trabajadores tienen una antigüedad entre 1-5 años.

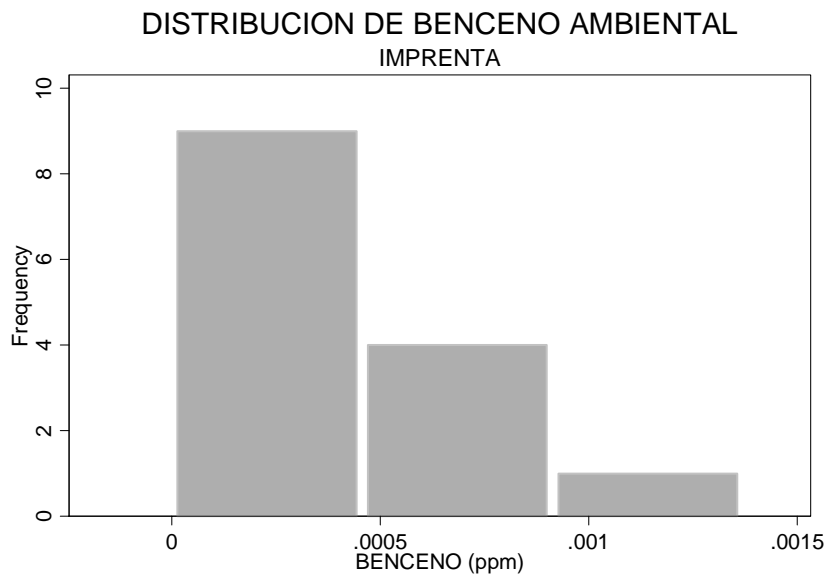


Gráfico 1.2



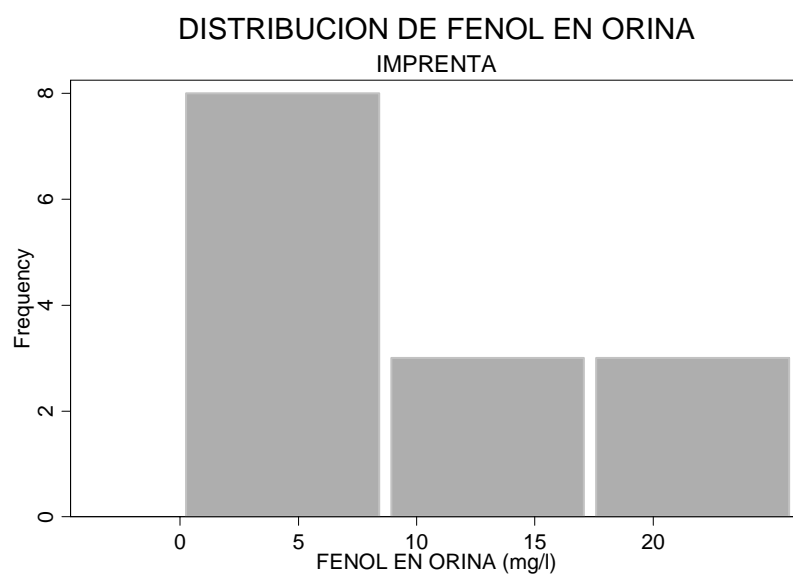
En este gráfico se observa que el índice tabáquico es bajo entre 0-1 paquetes por año.

Gráfico 1.3



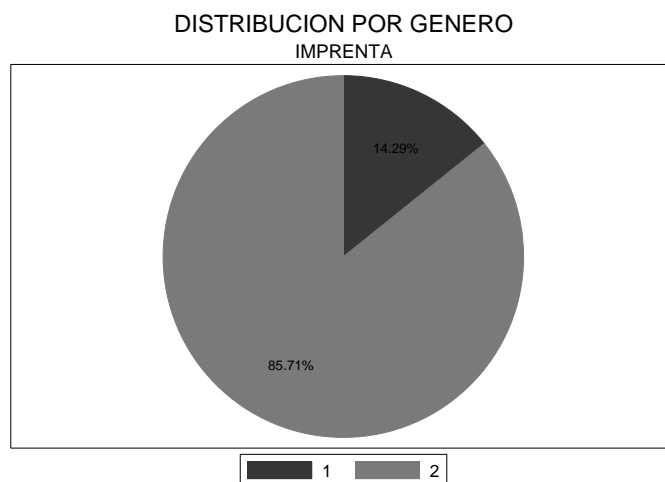
En este otro gráfico se muestra que el benceno ambiental esta en un rango entre 0-0.001 ppm.

Gráfico 1.4



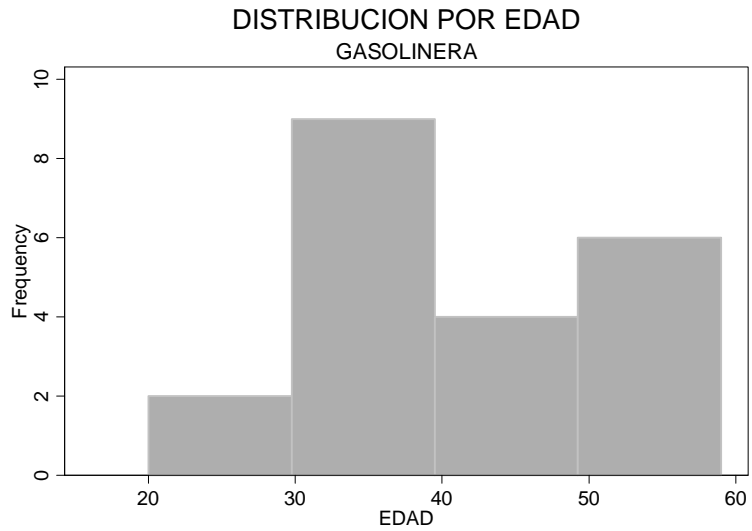
Las concentraciones de fenol en orina en los trabajadores de la imprenta en su mayoría oscilaron entre 0-8 mg/L.

Gráfico 1.5



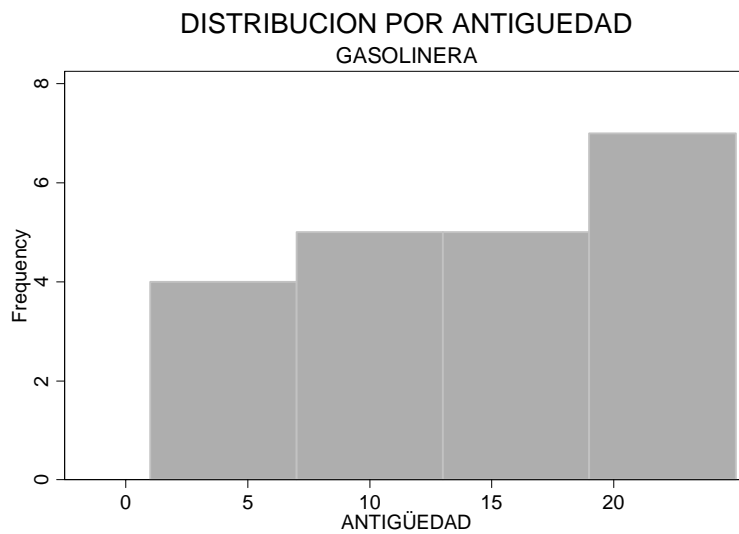
De los trabajadores de la imprenta el 14.2 % lo comprenden las mujeres y el 85.7 % los hombres.

Gráfico 2



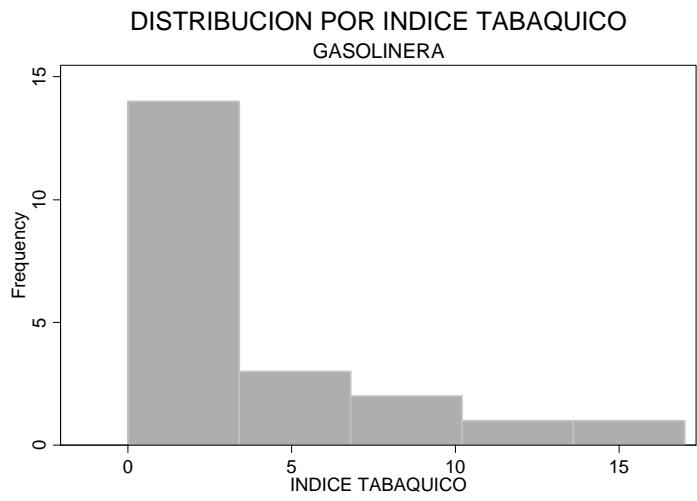
En el caso de la gasolinera la mayor parte de los trabajadores como podemos observar en esta gráfica se encuentran entre los 30-40 años de edad.

Gráfico 2.1



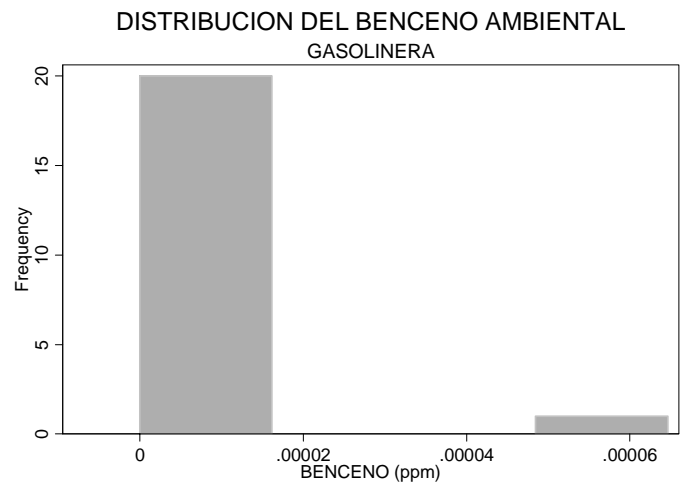
La distribución por antigüedad, una gran proporción de los trabajadores tiene una antigüedad mayor a 10 años.

Gráfico 2.2



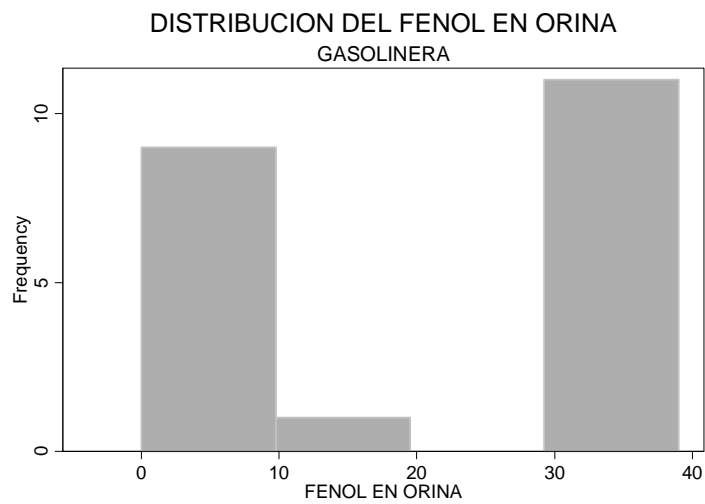
Podemos ver que la mayor proporción de trabajadores tiene un índice tabáquico 0-7 paquetes por año.

Gráfico 2.3



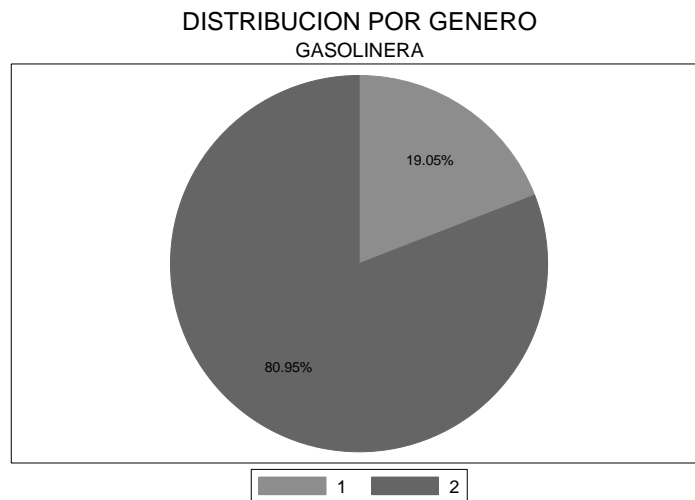
El benceno ambiental se encontró en su mayoría en niveles de 0 ósea que no hubo exposición en el momento del monitoreo.

Gráfico 2.4



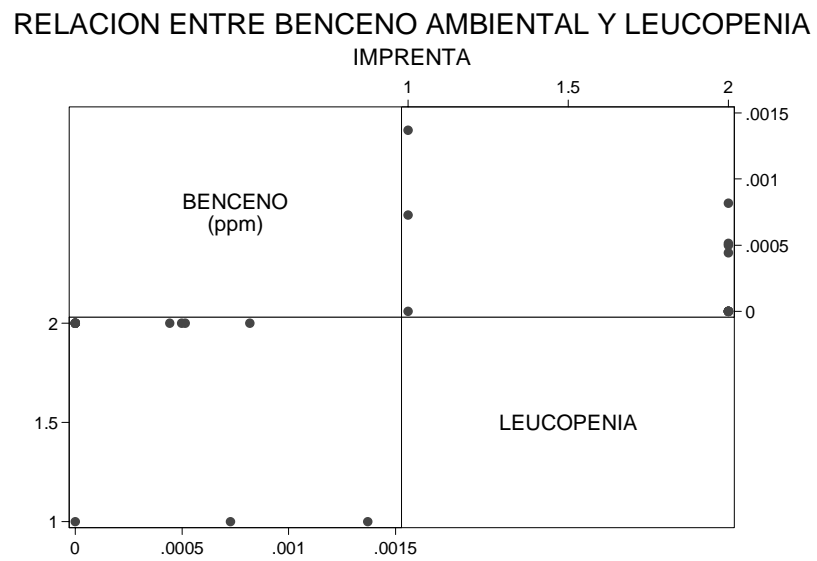
Para la determinación de fenol en orina vemos en esta gráfica que las concentraciones fueron más elevadas oscilando entre 30-40 mg/L.

Gráfico 2.5



Para la población trabajadora de la gasolinera el 19 % lo conforman las mujeres y 80.9 % los hombres.

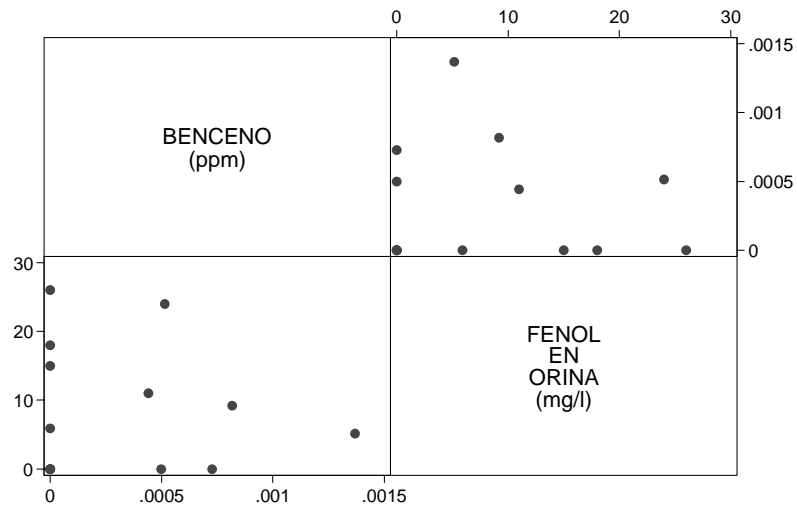
Gráfico 3.



Podemos observar en este gráfico que si existe congruencia entre los puntos de ambas variables de los que si presentaron leucopenia y si tuvieron exposición a benceno.

Gráfica 3.1

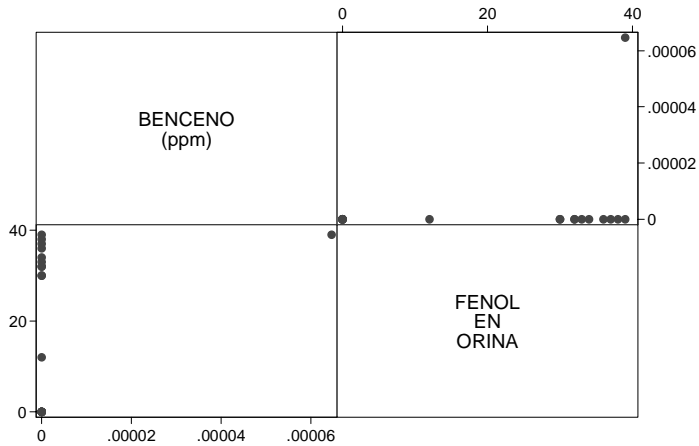
RELACION ENTRE BENCENO AMBIENTAL Y FENOL EN ORINA  
 IMPRENTA



Observamos una discrepancia entre casi todos los puntos de ambas variables y esto se debe a que no hubo correlación entre ambas.

Gráfica 4.

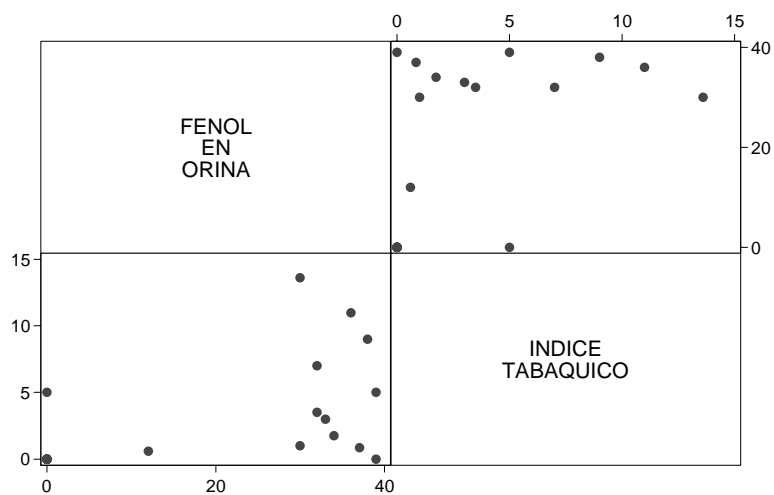
RELACION ENTRE BENCENO AMBIENTAL Y FENOL EN ORINA  
 GASOLINERA



En este gráfico se observa la congruencia entre el unico valor para la exposición a benceno y los valores de fenol en orina estableciendo una correlación baja.

Gráfica 4.1

RELACION ENTRE FENOL E indicetabaquico  
GASOLINERA



En esta gráfica vemos que existe correlación entre ambas variables fenol en orina e indice tabaquico.

TABLA DE RESULTADOS DE LAS BIOMETRIAS HEMATICAS  
GASOLINERA

FOLIO	GENERO	LEUCOPENIA (mg/dl)
ADMR	1	9.7
CBE	2	5.7
CAV	1	9.5
CJJ	2	5.3
CCJ	2	9.4
EAJC	2	7.5
GMFJ	2	5.7
GM	1	8.9
HLC	2	7.2
HMA	2	6
JCD	2	6.1
LAF	2	7.6
LTL	1	6.5



LRV	2	7.5
MSL	2	6.9
OEA	2	7.5
SDE	2	4.3
SGIA	2	7.2
TMI	2	8.7
VSR	2	9.5
ZCMA	2	8

TABLA DE RESULTADOS DE LAS BIOMETRIAS HEMATICAS  
GASOLINERA

FOLIO	GENERO	LEUCOPENIA (mg/dl)
CBVH	2	3.6
CHFI	2	6
CRBA	1	4.6
ELMO	2	8.5
FSJS	2	7.2
HAEA	2	6.7
ICAP	1	5.5
LML	2	4.1
MDLJ	2	9.4
OME	2	6.8
ORMA	2	3.3
OSHM	2	3.7
SVA	2	5.3
VGE	2	4.1