

EL FUTURO ES HUMANO

PLAN NACIONAL

Multimodal 2025

Fórmulas para la vida

Valores + Emociones + Competencias

Respeto + Alegría + Aprendizaje

40



suma 5.0



EL FUTURO ES HUMANO

Comunidad Nacional de Conocimiento en

Investigación de la Enfermedad Laboral

Fórmulas para la vida

Valores + Emociones + Competencias

Sabiduría + Gratitud + Gestión del tiempo



SESIÓN 7:

LEUCEMIA OCUPACIONAL POR

BENCENO EN TRABAJADORES DE

REFINACIÓN DE PETRÓLEOS,

MANUFACTURA DE PLÁSTICO Y

QUÍMICOS



CRISTIAN ALONSO RAMIREZ

COMUNIDAD NACIONAL DE CONOCIMIENTO EN INVESTIGACIÓN DE LA ENFERMEDAD LABORAL

 cristianalonso_r@hotmail.com

 3165292972

MÉDICO UNIVERSIDAD NACIONAL POSTGRADO SALUD OCUPACIONAL UJTL.
MAESTRÍA DE EDUCACIÓN CON ÉNFASIS EN INVESTIGACIÓN CUALITATIVA U
DE LA SABANA. DIPLOMADO PROMOCIÓN DE LA SALUD CIP-SALUD, U. DE
ANTIOQUIA, EVES - ESPAÑA ASESOR INTERNACIONAL DE CALIFICACIÓN DE
INVALIDEZ Y ORIGEN, CERTIFICADOR DE DISCAPACIDAD, PROFESOR DE
POSTGRADO Y MAESTRÍA U EXTERNADO DE COLOMBIA, U NACIONAL UDES,
UJTL, U DE CUENCA ECUADOR



Ruta de conocimiento



SESIÓN 1:
REALIDAD O FICCIÓN EL
FANTASMA DEL SÍNDROME
POST COVID 19



SESIÓN 2:
CÁNCER DE PIEL EN EL
MUNDO DEL TRABAJO
COMO DIAGNOSTICARLO Y
PREVENIRLO



SESIÓN 3:
NUEVAS TECNOLOGÍAS
PARA EL MONITOREO DE
TRABAJADORES EN
MEDICINA PREVENTIVA Y
DEL TRABAJO



SESIÓN 4:
PREVENCIÓN DE LA
ENFERMEDAD DE
D'QUERVAIN (SINTOMAS -
MUÑECA Y PULGAR)



SESIÓN 5:
CÁNCER DE VEJIGA POR
AMINAS AROMÁTICAS,
HIDROCARBUROS
POLICÍCLICOS
AROMÁTICOS

Ruta de conocimiento



SESIÓN 6:
MONITOREO CON TEXTILES
INTELIGENTES A TRABAJADORES EN
ACTIVIDADES EXTERNAS PARA
PREVENIR ENFERMEDADES
LABORALES



SESIÓN 7:
LEUCEMIA OCUPACIONAL POR
BENCENO EN TRABAJADORES DE
REFINACIÓN DE PETRÓLEOS,
MANUFACTURA DE PLÁSTICO Y
QUÍMICOS



SESIÓN 8:
DIAGNOSTICO,
CALIFICACIÓN Y MANEJO
DEL ASMA OCUPACIONAL



SESIÓN 9:
INVESTIGACIÓN DE LA
ENFERMEDAD LABORAL POR
OJO SECO

**"La vida es un 10 % de lo que nos
sucede y un 90 % de cómo
reaccionamos ante ello"**

AUTOR: MD Anderson Cáncer Center.

CONTENIDO

01 ➤ Benceno y su Importancia en la industria

02 ➤ Tipos de leucemia producida por el Benceno

03 ➤ Cuadro clínico TLV y BEI

04 ➤ Formas de control en ambiente y persona



OBJETIVOS

01

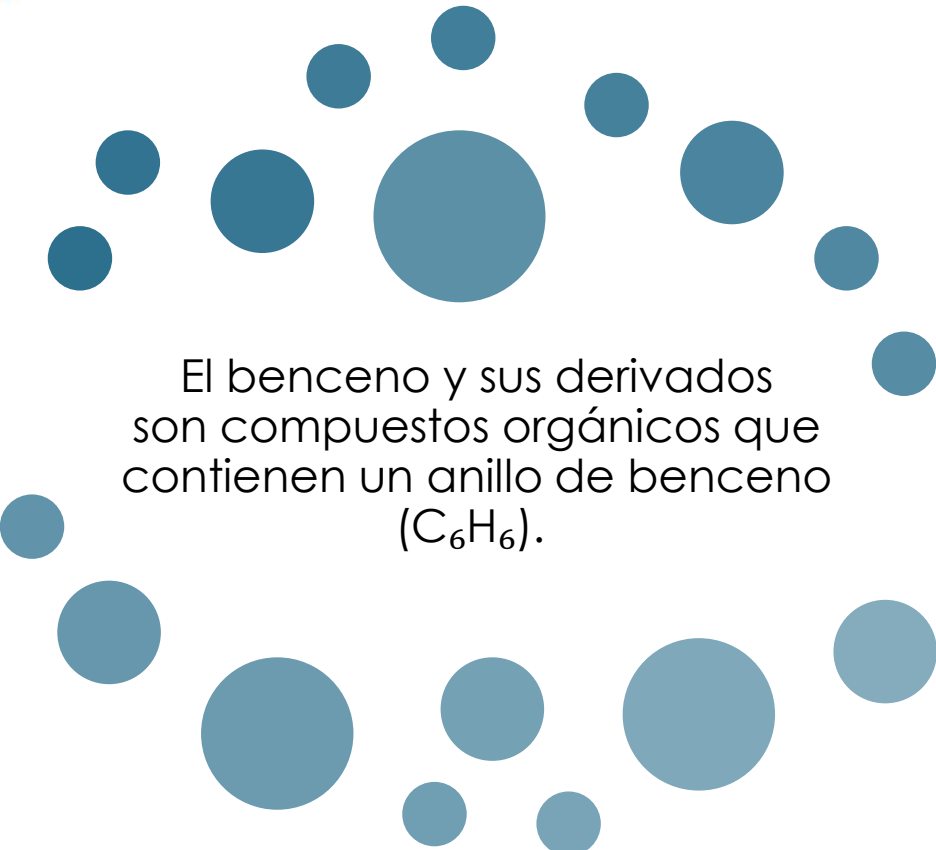
Identificar el Benceno como factor de riesgo

02

Identificar los tipos leucemias que produce el benceno y como manejarla

Factor de riesgo: Benceno

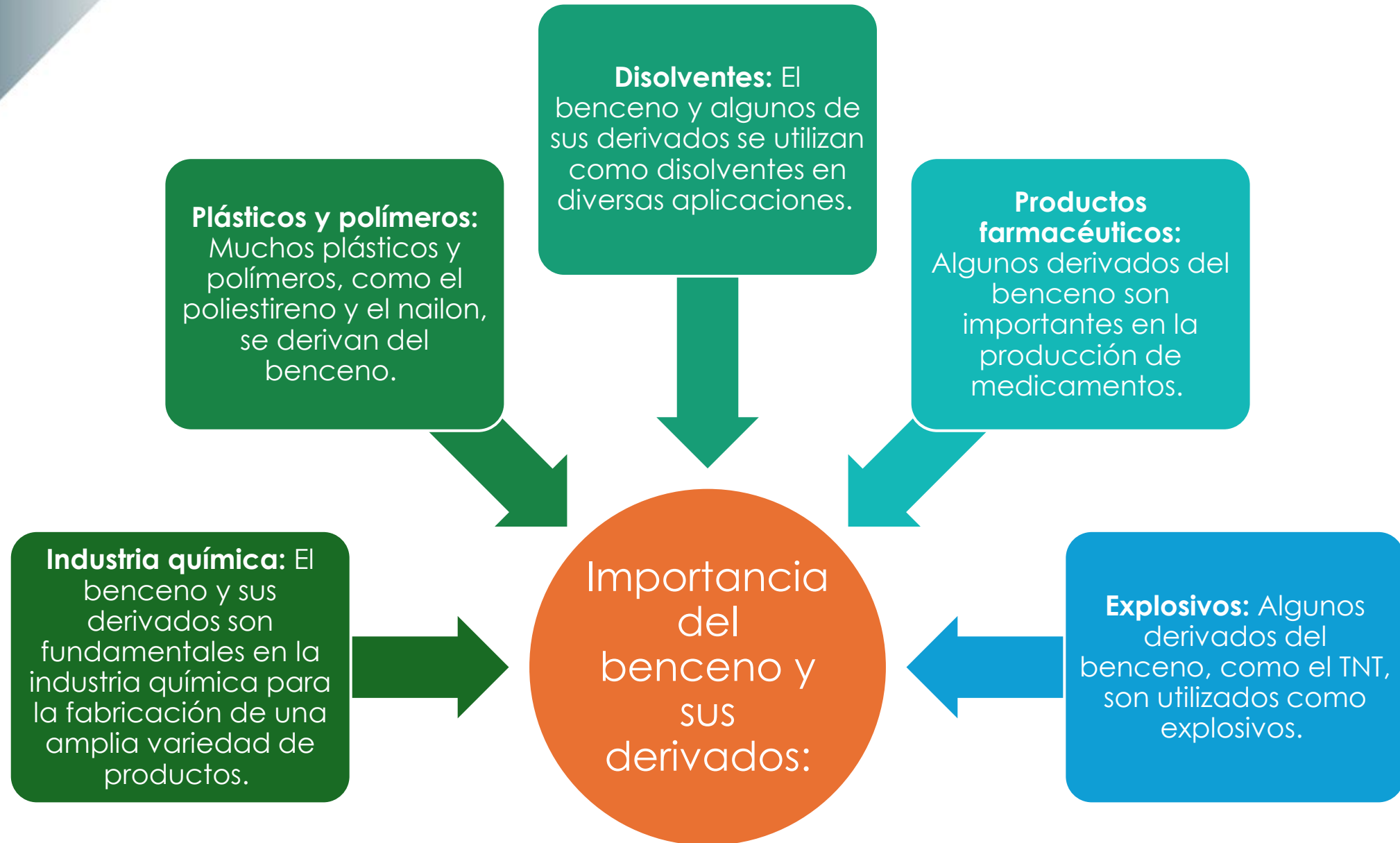
Importancia en la industria



El benceno y sus derivados son compuestos orgánicos que contienen un anillo de benceno (C_6H_6).



El benceno es un importante compuesto químico industrial y es la base para la producción de numerosos derivados que se utilizan en una amplia gama de aplicaciones:



3. Factor de riesgo: Benceno

Descripción:

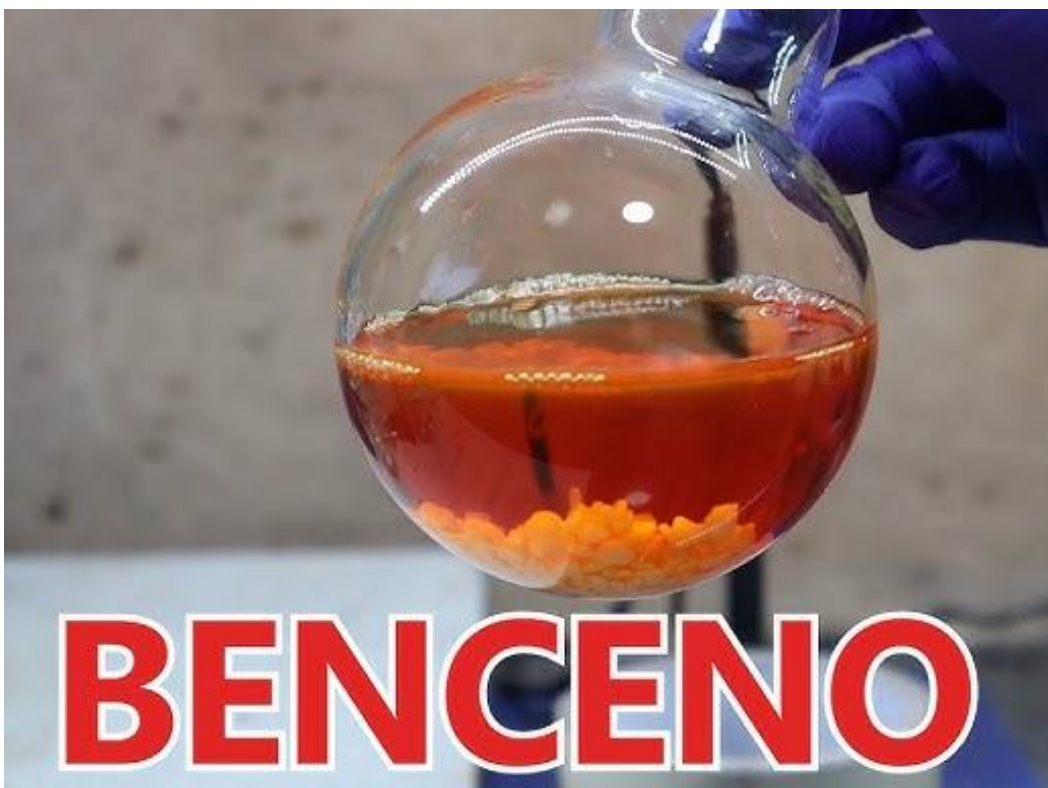
- Sustancia química presente en solventes, combustibles, y procesos industriales como la refinación de petróleo.

Exposición laboral:

- Trabajadores en la industria petroquímica, fabricación de plásticos, y manejo de combustibles.

Otros hidrocarburos aromáticos con efectos similares:

- Tolueno, xileno y naftaleno; aunque tienen diversos grados de toxicidad, el benceno es el principal asociado con leucemia.



Derivados comunes del benceno:

Tolueno

Estireno

Fenol

Cumeno

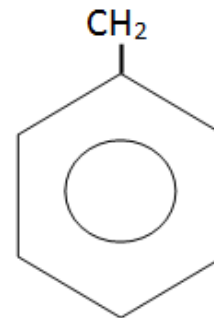
Ciclohexano:

Anilina

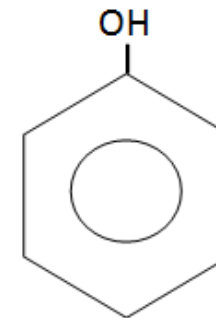
Nitrocompuestos

Benzoato de sodio

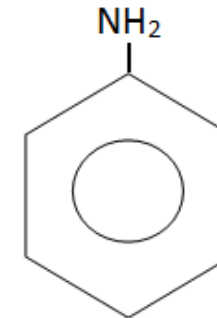
Naftaleno



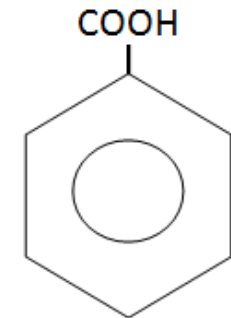
Tolueno



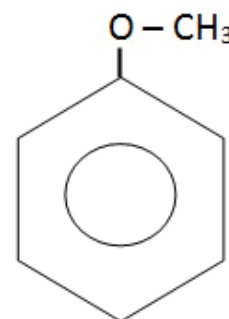
Fenol



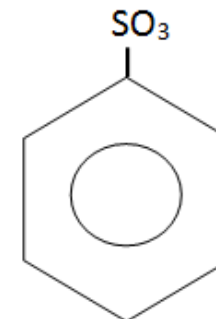
Anilina



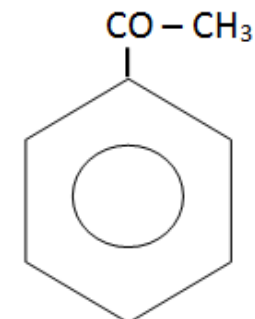
Ácido benzoico



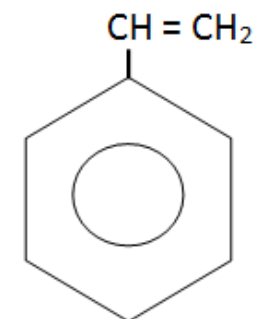
Anisol



Ácido bencensulfónico



Acetofenona



Estireno

Derivados comunes del benceno:

Tolueno: Uso- disolvente, materia prima para la producción de otros compuestos como el ácido benzoico, el fenol y el TNT.

Estireno: Se utiliza para producir poliestireno, un plástico común.

Fenol: Se utiliza en la producción de resinas, plásticos y como desinfectante.

Cumeno: Se utiliza para producir fenol y acetona.

Ciclohexano: Se utiliza como materia prima para la producción de nailon.



Derivados comunes del benceno:

Anilina: Se utiliza en la fabricación de colorantes y productos farmacéuticos.

Nitrocompuestos: Como el nitrobenceno, utilizado en la síntesis de otros compuestos aromáticos y explosivos.

Benzoato de sodio: Utilizado como conservante de alimentos y desinfectante.

Naftaleno: Utilizado como antiséptico, conservante de telas y materia prima para insecticidas.



2. Fisiología y fisiopatología de la leucemia por benceno

Excreción por orina en forma de fenoles libres,

Ingresa al organismo absorbe por todas las vías, es decir respiratoria, digestiva, parenteral (sangre) y piel.

Una vez en el cuerpo, el benceno es metabolizado en el hígado por enzimas del sistema citocromo P450, formando metabolitos tóxicos como hidroquinona, catecol y ácido fenilurico. principal metabolito e el fenol

Principal reservorio principal es e el tejido adiposo (graso) los cual hace más susceptible a la intoxicación a las personas obesas y a las mujeres que a los varones

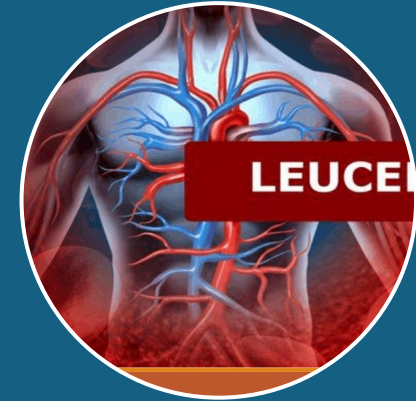
Tóxico dinamia



El benceno produce depresión del SNC (cerebro) con una fase de euforia, similar a la del alcohol, y puede producir lesiones permanentes en corteza cerebral y sustancia blanca.



Aspiración pulmonar produce irritación pulmonar neumonías químicas hemorrágicas, y la eliminación pulmonar puede producir lesiones pulmonares por lo cual la realización de espirometrías podría estar indicada.



Puede también producir alteración hematológica y desarrollo de neoplasias del tipo de las leucemias (leucemia mieloblástica aguda y leucemia linfocítica crónica), al igual que anemia aplásica de curso mortal.





La alteración hematológica es la más precoz con un conteo de linfocitos disminuido y la relación CD4: CD8 disminuida, disminución de hematíes, en ocasiones por la mayor resistencia de los granulocitos a la exposición se puede encontrar leucocitosis relativa, por lo anterior es recomendable la toma anual de frotis de sangre periférica en busca de estos hallazgos.



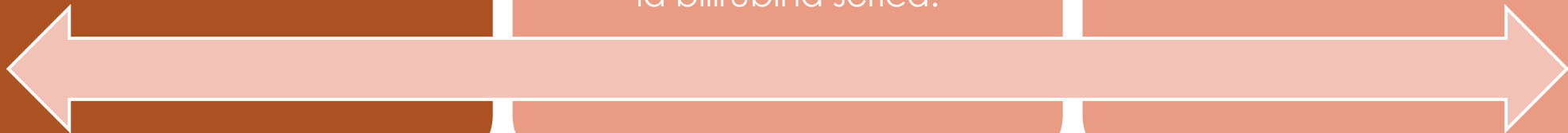
Lesiones dérmicas del tipo de las dermatitis químicas irritativas, que se complican con facilidad con cuadros alérgicos.

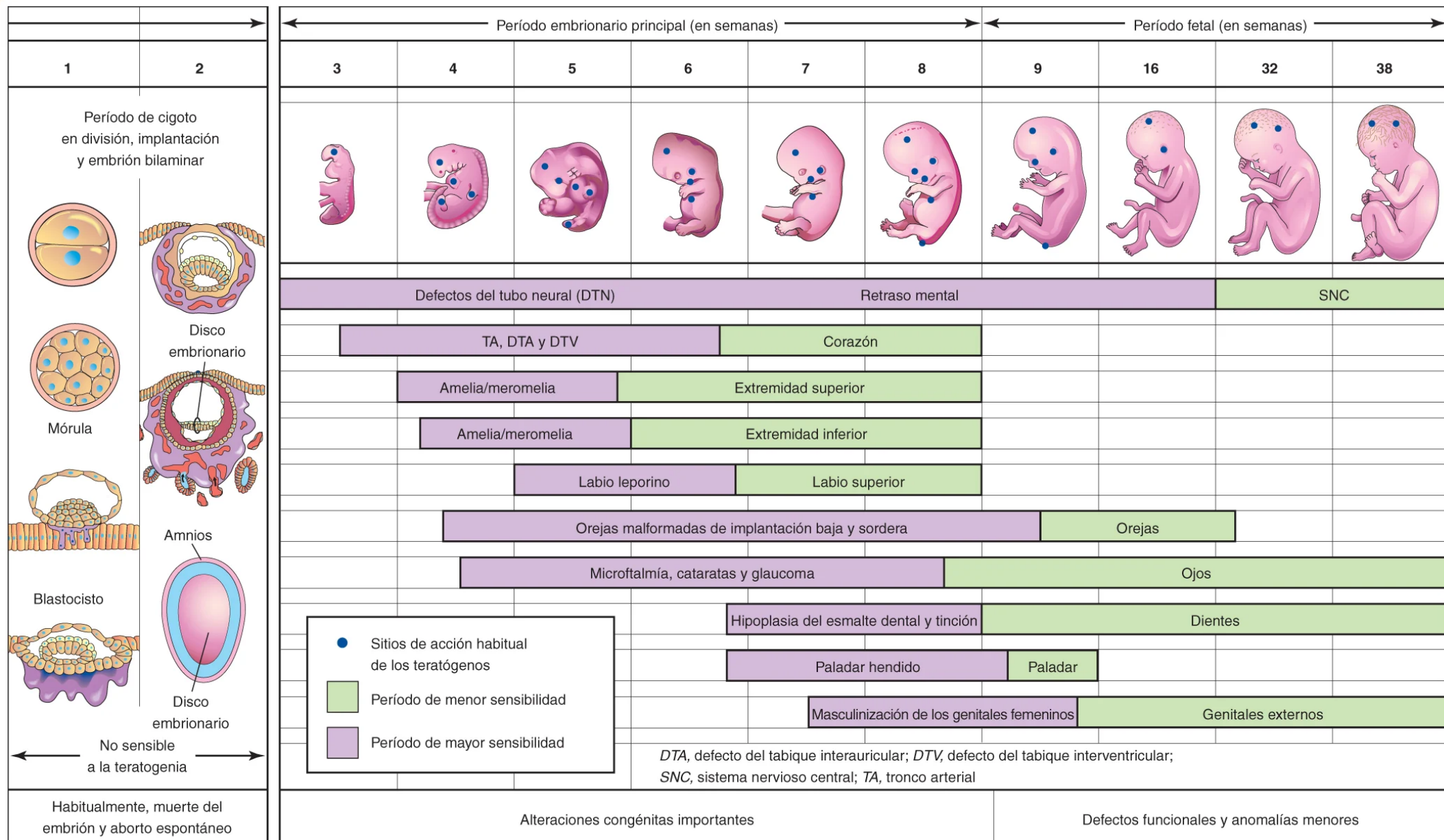


Daño hepático y renal por precipitar las proteínas, de modo que deberá prestarse especial cuidado a los antecedentes de ingesta de alcohol y medicamentos nefrotóxicos por lo anterior se recomienda la evaluación de la bilirubina sérica.



El benceno es abortivo y teratógeno.





Definición de leucemia



La leucemia es un grupo de neoplasias malignas que se originan en las células hematopoyéticas de la médula ósea, caracterizadas por la proliferación descontrolada de leucocitos inmaduros o anormales.

Esta disfunción celular interfiere con la producción normal de células sanguíneas, lo que puede conducir a anemia, infecciones y trastornos hemorrágicos.

La leucemia puede clasificarse en diferentes tipos según la velocidad de progresión (aguda o crónica) y el linaje de las células afectadas (linfocítico o mieloide).

La patogenia de la leucemia implica alteraciones genéticas, **como translocaciones, mutaciones y cambios epigenéticos** que afectan la regulación del crecimiento, diferenciación y apoptosis de las células hematopoyéticas.

Fisiopatología

El metabolismo del benceno genera **radicales libres**, compuestos **quinónicos** y otros metabolitos reactivos que dañan el **ADN**, **las proteínas** y los **lípidos** en las células de la médula ósea.

Daño que conduce a alteraciones **genéticas y epigenéticas** en las células hematopoyéticas, provocando apoptosis aberrante, proliferación descontrolada y alteraciones en la diferenciación celular.

Especies de células mieloides y linfocíticas pueden presentar **translocaciones cromosómicas** y **mutaciones** que favorecen el desarrollo de leucemias, especialmente de la línea mieloide. Los daños en la médula ósea resultan en una producción ineficaz de células sanguíneas normales, lo que conduce a **anemia**, **leucopenia**, **trombocitopenia** y un aumento en el riesgo de **infecciones y hemorragias**.

4. Tipos de leucemia relacionados con el benceno

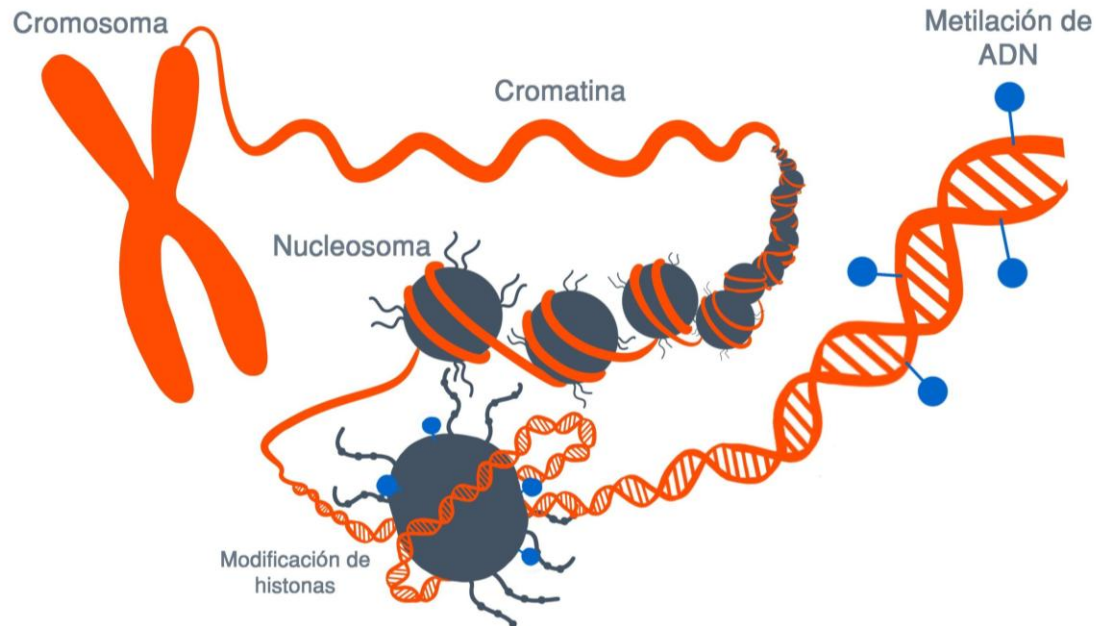
*Síndrome
mielodisplásico;*

- **Leucemia mieloide aguda (LMA):** La forma más frecuente vinculada a la exposición a benceno.
- **Leucemia linfocítica aguda (LLA):** Menos frecuente, pero también posible en exposiciones prolongadas.

*Efecto
hematológico;*

- *Presa cromosómica*

¿Cómo funcionan los cambios epigenéticos?



Metilación del ADN:

- Consiste en la adición o eliminación de un grupo metilo al ADN, lo que puede "apagar" un gen y evitar su lectura.

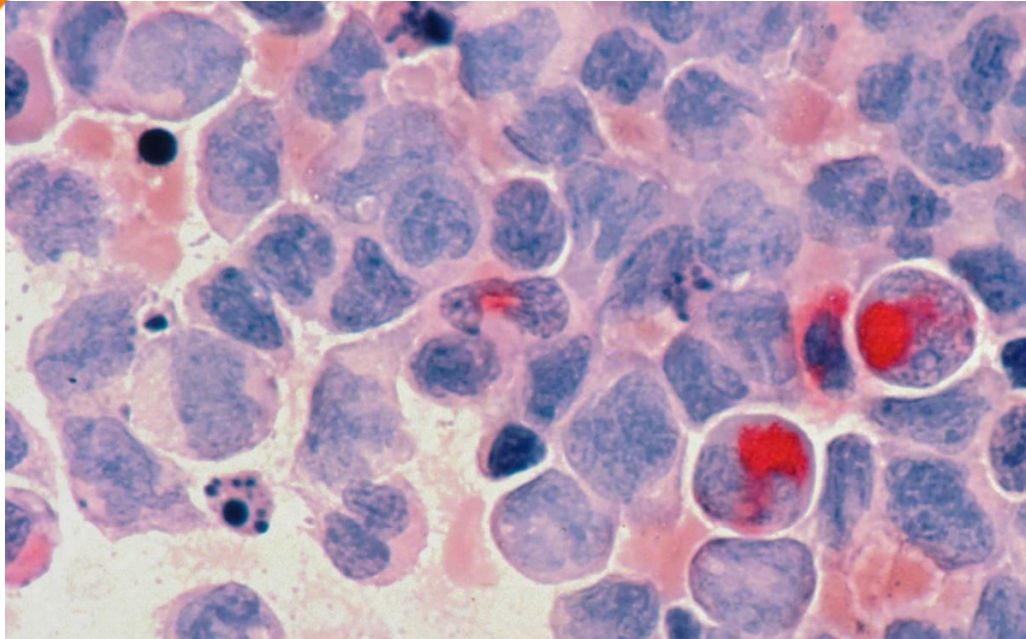
Modificación de histonas:

- Las histonas son las proteínas alrededor de las cuales se enrolla el ADN. Ciertos cambios en estas proteínas pueden modificar la estructura de la cromatina, haciendo que los genes sean más o menos accesibles para ser expresados.

ARN no codificante:

- Otro mecanismo que puede regular la expresión génica.

Leucemia mieloide aguda (LMA)



Es la forma más comúnmente asociada con la exposición ocupacional al benceno.

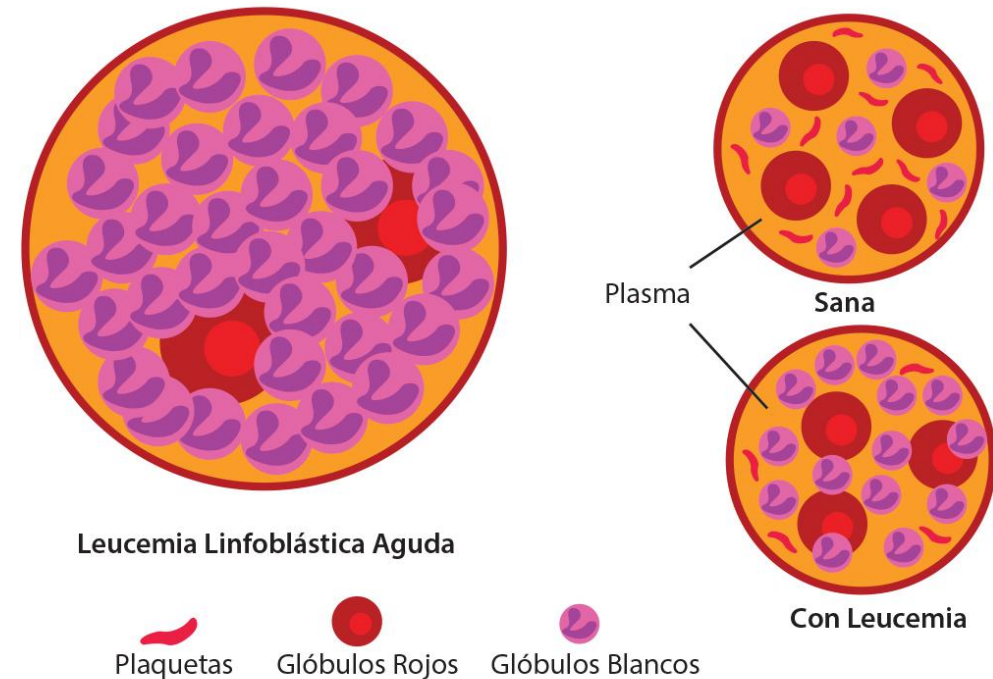
Se caracteriza por la proliferación descontrolada de blastos mieloides en la médula ósea y la sangre periférica.

La exposición al benceno aumenta el riesgo de translocaciones cromosómicas, como la t, que están implicadas en la LMA promielocítica.

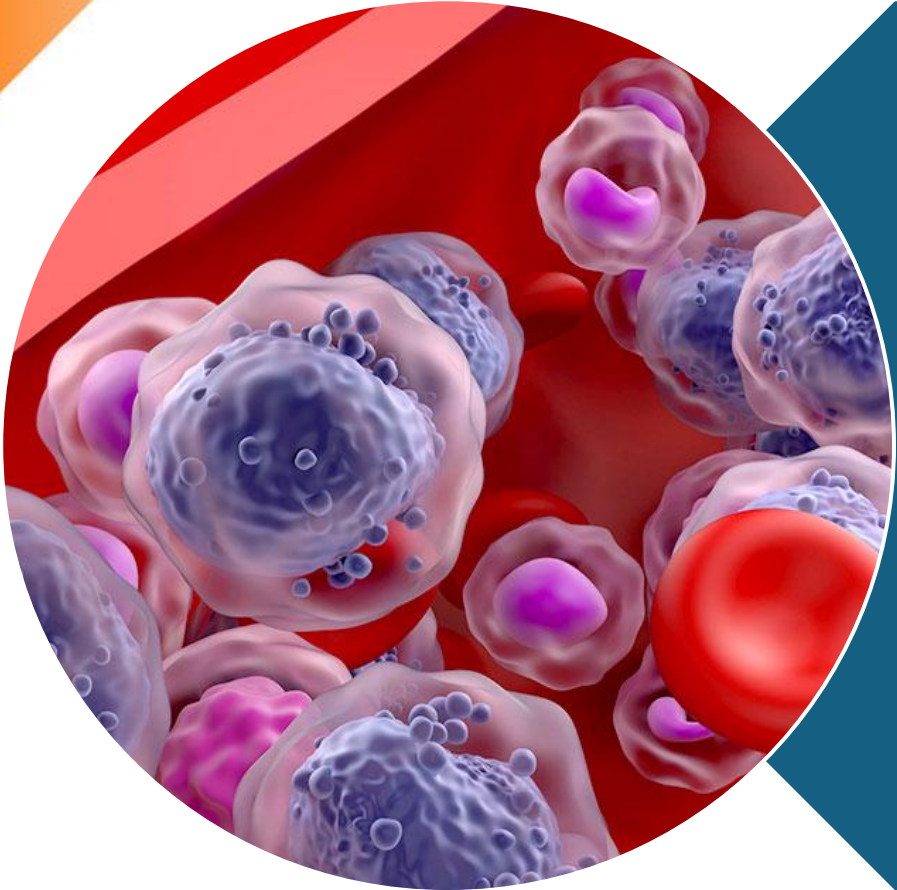
La LMA se desarrolla generalmente después de períodos de exposición prolongada, y su pronóstico depende de los subtipos moleculares y genéticos.

Leucemia linfocítica aguda (LLA)

- Aunque menos frecuente que la LMA, la LLA también ha sido vinculada con la exposición al benceno.
- Implica la proliferación de linfoblastos inmaduros en la médula ósea.
- La relación con el benceno no es tan directa, pero estudios epidemiológicos sugieren que la exposición a hidrocarburos aromáticos puede aumentar el riesgo de LLA en algunos casos.

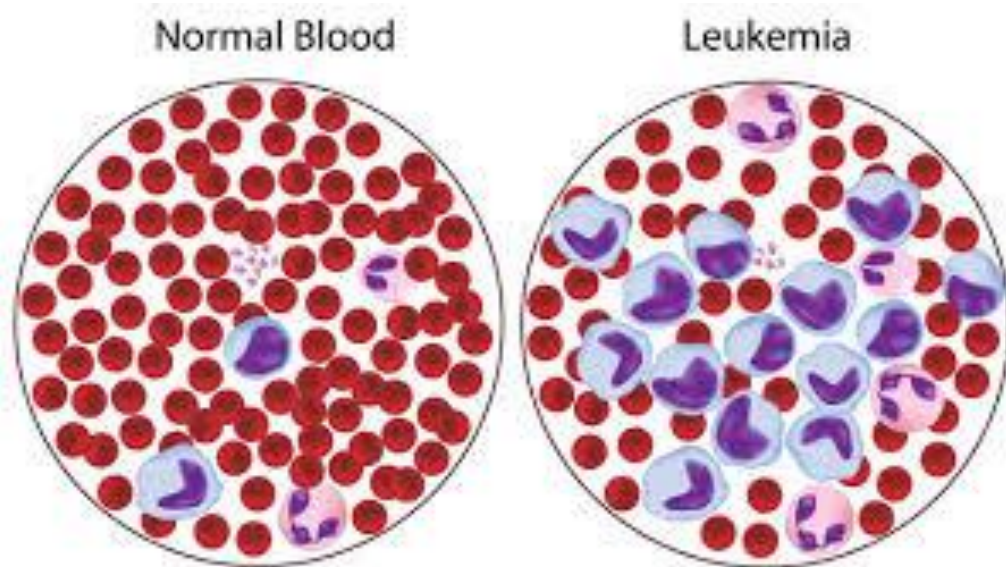


Leucemias crónicas



La exposición prolongada y de bajas dosis al benceno puede estar asociada con leucemias crónicas, especialmente la leucemia mieloide crónica (LMC). La LMC se caracteriza por la proliferación clonal de las células mieloides maduras y por la presencia del gen de fusión BCR-ABL.

RESUMEN



Tipo de leucemia	Relación con benceno	Características principales	Referencias clave
Leucemia mieloide aguda (LMA)	Alta	Blastos mieloides, translocaciones específicas	IARC, 2012
Leucemia linfocítica aguda (LLA)	Menos frecuente	Linfoblastos, alteraciones citogenéticas similares	Ramos-Bonilla & Castillo, 2020
Leucemia mieloide crónica (LMC)	Asociada a exposiciones prolongadas	Fenotipo de proliferación mieloide, presencia de BCR-ABL	Ramos-Bonilla & Castillo, 2020

•International Agency for Research on Cancer (IARC). (2012). *Benzene*. Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, Volume 100F. <https://monographs.iarc.fr/wp-content/uploads/2018/06/mono100F-24.pdf>

•Ramos-Bonilla, J., & Castillo, V. (2020). Mechanisms of benzene-induced hematotoxicity. *International Journal of Molecular Sciences*, 21(10), 3620. <https://doi.org/10.3390/ijms21103620>

•Okeyo, J. M., et al. (2021). Occupational benzene exposure and risk of leukemia: A systematic review. *Environmental Toxicology and Pharmacology*, 83, 103607. <https://doi.org/10.1016/j.etap.2021.103607>

7. Diagnóstico

Hemograma completo: Anemia, leucocitosis o leucopenia.

Frotis de sangre periférica.

Biopsia de médula ósea: Confirmatorio, presencia de blastos.

Marcadores moleculares: Translocaciones específicas, como la t(15;17) en leucemia promielocítica.

6. Cuadro clínico



8. Biomarcador y BEI de ACGIH 2024

Metabolitos
del benceno
en orina:

- *S-Phenylmercapturic acid in urine, al final de la jornada, BEI 25 $\mu\text{g/g}$ creatinina*
- *Y t,t-Muconic acid in urin al final de la jornada BEI 500 $\mu\text{g/g}$ creatinina*

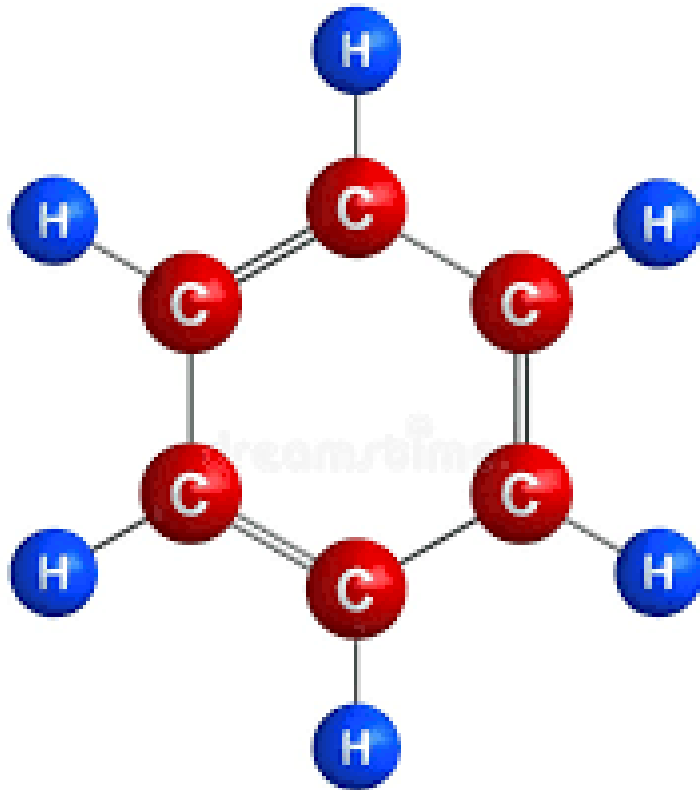
BEI Dosis

- Benceno en aire exhalado

Análisis de benceno en aire exhalado

Se realiza con:

- Cromatografía de gases (GC) al final del turno de trabajo o lo antes posible después de la exposición. El análisis mide la concentración de benceno, que tiene una vida media de 1 a 2 horas y se elimina en 70 horas, y los resultados pueden verse afectados por el consumo de alcohol o tabaco.
- El objetivo es evaluar la exposición y compararla con un límite de exposición biológico, que en algunos casos se ha propuesto de 0.12 ppm.



Benzene C_6H_6

9. Evaluación del benceno: técnica NIOSH



Método 1500: NIOSH Method 1500: Benzene in Air by Photoionization Detection (PID)

- Referencias y enlaces:
- **Manual NIOSH 1500:**
<https://www.cdc.gov/niosh/docs/94-113/> (para la técnica de muestreo y análisis con PID)

Preparación y muestreo:

Equipo:

- Detector PID calibrado con estándar de benceno (generalmente 100 ppm de benceno en aire de referencia) para establecer una base de respuesta.

Procedimiento:

- El muestreador conecta el PID directamente en el lugar de trabajo o usando una sonda directamente en la fuente de emisión, a la altura de la respiración del trabajador.
- La bomba integrada (si el instrumento la tiene) o la bomba externa aspira aire a una tasa controlada (normalmente entre 0.1 y 0.2 L/min).
- La medición se realiza en tiempo real durante el período de exposición, típicamente entre 15 minutos y 8 horas, según el protocolo de monitoreo requerido.

Puente de muestreo:

- La bomba/depositadora de aire en línea se puede usar para extraer una muestra en un vaso o tubo de muestreo, aunque para monitoreo en tiempo real, se registra en vivo.



Modo de captación:

- **Absorción en fase gaseosa:**

El aire se introduce directamente en el detector PID sin necesidad de adsorber en cartridge (cartucho) o trap (trampa) de carbono. Sin embargo, en muestreos de mayor duración, puede aplicarse un pretratamiento o filtración previa con absorbentes específicos si la concentración es elevada.

Análisis:

- La respuesta del PID, en unidades de ppm o mg/m^3 , se calibra con una norma de benceno. La lectura en vivo se obtiene en tiempo real, lo que permite detectar fluctuaciones instantáneas en la concentración.

Cálculo:

- Se relaciona la respuesta del instrumento (en corriente eléctrica o en display digital) con la concentración de benceno, usando la curva de calibración predefinida.



10. TLV de ACGIH 2024

**TLV-
TWA:**

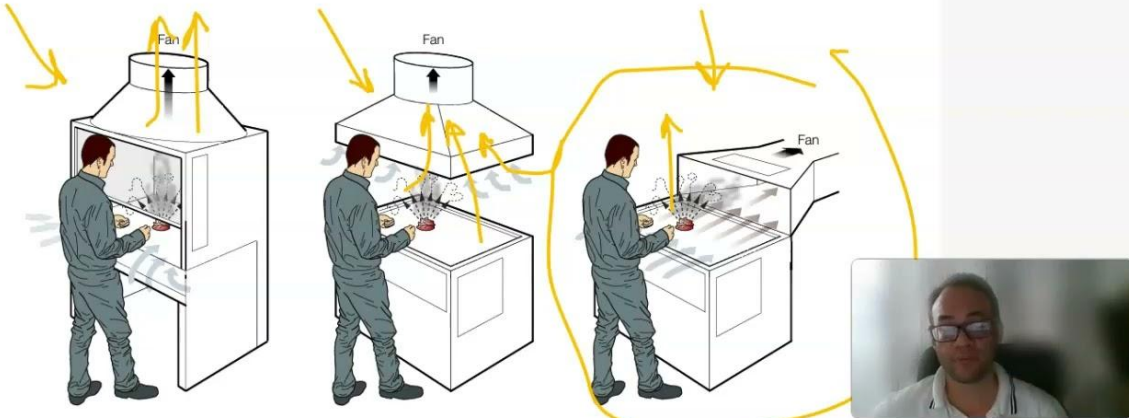
- 0.02 ppm (partes por millón) como valor de referencia para exposiciones en el tiempo de trabajo.
- Notaciones piel A1

PROMOCIÓN Y PREVENCIÓN

Métodos de Control de Ingeniería en Procesos con Benceno

1. Sistemas de Ventilación Local Excluyente (LEV)

Sistemas de extracción localizada que capturan vapores en su origen, usando campanas de captura, mangueras o cabinas de extracción, eliminando la fuente de exposición antes de que el aire contaminado se disperse en el ambiente de trabajo.



- **Ejemplo:**

Campanas de extracción en áreas de llenado, transferencia, o manipulación de benceno en tanques o tuberías.

- **Ventajas:**

Reduce la concentración de vapores en la zona de trabajo a niveles seguros.

- **Referencia y enlace:**

OSHA. (2022). *Control of Hazardous Energy and Emissions*. Sección sobre sistemas de extracción local.

<https://www.osha.gov>

2. Sistemas de Ventilación General (HVAC) Mejorada

Sistemas de ventilación de volumen grande que diluyen los vapores en el ambiente, manteniendo niveles por debajo del TLV. Incluyen flujos de aire hacia afuera y filtración de aire recirculado.



- **Diseño:**
Diseñado con concepto de aire de captura en la fuente y circulación adecuada, ajustando el volumen de aire de intercambio para mantener niveles aceptables.
- **Referencia y enlace:**
EPA. (1995). *Ventilation System Design and Maintenance in Industry*.
<https://www.epa.gov>

3. Barreras y Encapsulados

Uso de barreras físicas o paredes de control que separan las áreas de proceso de las zonas de personal, evitando la dispersión de vapores y limitando la exposición.

- **Ejemplo:**
En procesos de destilación o transferencia de benceno, instalar separadores o encapsulados en las unidades de proceso.
- **Referencia y enlace:**
ASHRAE. (2019). *Ventilation for Control of Contaminants*.
<https://www.ashrae.org>



4. Sistema de Drenaje y Sótanos Cerrados



Implementar sistemas cerrados en áreas donde se manipulan líquidos con benceno, con drenajes que eviten fugas, y con tapas o cerramientos para minimizar liberación en el ambiente.

- **Ventajas:**
Disminuye la liberación accidental y la exposición indirecta.
- **Referencia y enlace:**
OSHA. (2022). *Controlling Air Emissions*, sección sobre sistemas cerrados.
<https://www.osha.gov>

Filtros para Benceno

Filtro de gas clase A:

- Este es el tipo de filtro para el benceno, según la clasificación europea EN 14387.

Filtro combinado:

- Es común utilizar un filtro combinado A2P3, que combina la protección contra gases y vapores (clase A) con la protección contra partículas (clase P3).



EPI EQUIPO PROTECCIÓN INDIVIDUAL



Gafas de seguridad:

- Se deben usar gafas protectoras a prueba de salpicaduras para evitar el contacto directo del benceno con los ojos.

Pantallas faciales:

- En caso de riesgo de salpicaduras de benceno líquido, se debe utilizar una pantalla facial en combinación con la protección ocular.
- Protección de la Piel

Guantes protectores:

- Se deben usar guantes adecuados para prevenir la absorción de benceno a través de la piel.

Trajes de protección:

- Dependiendo del nivel de riesgo, se recomienda el uso de trajes protectores para cubrir la piel.
- Consideraciones Adicionales

Controles de ingeniería:

- Se deben implementar controles de ingeniería como la ventilación local, capuchas y la extracción localizada para controlar los niveles de benceno en el aire.

Duchas y lavaojos:

- Es importante disponer de duchas de emergencia y estaciones lavaojos en el lugar de trabajo para el uso inmediato en caso de salpicaduras.

Higiene personal:

- Mantener una higiene estricta es crucial para evitar el contacto con el benceno.

PVE - SVE

Evaluación de la población expuesta

Laboratorios:

Frotis de sangre periférica con conteo celular completo, y morfología.

Conteo de reticulocitos.

Bilirruina serica.

Examen médico completo:

Revisión de antecedentes, búsqueda de signos de patologías de piel, pulmonar y sintomatología compatible con la euforia y toxicidad de sistema nervioso central. (esto se contempla en la encuesta).

Biomarcadores:

Ácido mercapturico en orina al final de la jornada de trabajo

Fenol en orina en tomas al final de la jornada de trabajo

Benceno en aire exhalado

BIBLIOGRAFÍA

- Mayo Clinic - Leukemia: [<https://www.mayoclinic.org/es/diseases-conditions/leukemia/symptoms-causes/syc-20374373>] (<https://www.mayoclinic.org/es/diseases-conditions/leukemia/symptoms-causes/syc-20374373>)
- Khalili, M., & Tarhamazi, P. (2021). The toxicological effects of benzene: A comprehensive review. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(16), 20233-20246. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-11860-6>
- IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. (2012). *Benzene*. Volume 100F. International Agency for Research on Cancer. Retrieved from <https://monographs.iarc.fr/wp-content/uploads/2018/06/mono100F-24.pdf>
- Ramos-Bonilla, J., & Castillo, V. (2020). Mechanisms of benzene-induced hematotoxicity. *International Journal of Molecular Sciences*, 21(10), 3620. <https://doi.org/10.3390/ijms21103620>
- **Manual NIOSH 1500:** Disponible en: <https://www.cdc.gov/niosh/docs/94-113/> (para la técnica de muestreo y análisis con PID)



PREGUNTAS

Recuerda que POSITIVA tiene para ti:



<https://posipedia.com.co/>



Cursos virtuales



Artículos



Audios



Juegos digitales



OVAS



Guías



Mailings



Videos



¿Quieres profundizar tus conocimientos y
potenciar tus competencias en SST?

¡Capacítate y fortalece
la seguridad de tu empresa!

CURSOS

**VIRTUALES SG-SST
DE 50 Y 20 HORAS**

Escanea e insíbete



Para trabajadores de todas las empresas, áreas y sectores.

¡TE ESPERAMOS!



Conoce cómo

descargar los certificados de las acciones educativas

01



Paso 1:
Escanea el código QR

02

Consulta tu certificado

Descarga el certificado y/o constancia de participación a las acciones educativas Positiva.

Para iniciar el proceso de descarga debes ingresar tu número de documento (sin espacios, puntos y comas) y luego dar clic en el botón "Consultar".

Tipo de identificación
Escoge tu tipo de identificación

Numero de documento

Consultar

Paso 2:
Selecciona el **tipo de documento** y escribe el **número**, una vez diligenciados da clic en consultar.

03

Consultar certificados

Datos del Usuario

Documento: _____

Nombre: _____

Total horas: 205

Mostrar: 10 registros

No	Acción educativa	Fecha de Certificación	Duración en horas	Modalidad	Descarga
1	CERTIFICACION INTERNACIONAL COMO ENTRENADOR LUGOS NIVEL I	2023-05-14	0	PRESENCIAL	
2	CONGRESO TECNICO EN PROMOCION Y PREVENCIÓN 2024 BOGOTÁ MAS POSITIVA	2024-10-16	0	PRESENCIAL	
3	CURSO VIRTUAL DE 20 HORAS ACTUALIZACIÓN DEL PROCESO EDUCATIVO VIRTUAL DE 90 HORAS 90201	2024-04-15	20	VIRTUAL	
4	CURSO VIRTUAL DE 50 HORAS SISTEMA DE GESTIÓN DE LA SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO	2023-09-05	50	VIRTUAL	

Paso 3:
Encontrarás tu historial académico y podrás generar la descarga de tu certificado en el icono