

2013

BASEQUIM 012

SITUACIONES DE EXPOSICIÓN A AGENTES QUÍMICOS

La base **SITUACIONES DE EXPOSICIÓN A AGENTES QUÍMICOS BASEQUIM** del portal SITUACIONES DE TRABAJO PELIGROSAS, está dedicado a situaciones de trabajo con exposición potencial a agentes químicos peligrosos. Está orientado a ofrecer información útil desde el punto de vista de la prevención de riesgos laborales que facilite la definición de las medidas preventivas adecuadas. Con este fin, para cada situación de trabajo descrita, se proporciona información sobre los agentes químicos que pueden estar presentes en la realización de la tarea, los daños para la salud derivados de la exposición a los agentes químicos considerados, los factores de riesgo y las medidas preventivas.

En la información preventiva que se proporciona para cada situación de trabajo, se tienen en cuenta únicamente los riesgos por exposición a agentes químicos peligrosos y por tanto las medidas preventivas que se indican sólo se refieren a estos riesgos.

Asimismo debe tenerse en cuenta que, dependiendo de la actividad que se desarrolle en el lugar de trabajo, de su organización y de la distribución del local, la realización de tareas iguales o similares a las que se describen, puede comportar riesgos de exposición a otros agentes químicos con origen en otras tareas diferentes que se realicen en el mismo local por el mismo u otro trabajador o del propio lugar de trabajo y sus instalaciones.

En el caso de que un puesto de trabajo involucre (o comporte) la realización de otras tareas que podrían dar lugar a otras situaciones de trabajo peligrosas, este hecho se tendrá en cuenta en la evaluación de los riesgos y la adopción de las medidas preventivas correspondientes.

La información contenida en esta página proviene de diversas fuentes. Un grupo de expertos en Prevención de Riesgos Laborales la ha seleccionado y ha considerado de utilidad su divulgación. Ni el INSHT ni los autores de los contenidos pueden asumir ninguna responsabilidad derivada de la utilización que terceras personas puedan dar a la información aquí presentada.

La aplicación de estos contenidos a situaciones concretas de riesgo laboral debe ser evaluada previamente y llevada a cabo siempre por profesionales competentes en Prevención de Riesgos Laborales.

Uno de los objetivos de esta página es ayudar al cumplimiento de la legislación en Prevención de Riesgos Laborales, pero no debe presuponerse una automática conformidad de los contenidos con la legislación vigente.

participan:



Instituto Cantábrego
DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO





012. Electroforesis en gel de agarosa: exposición a bromuro de etidio

DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN DE TRABAJO

La técnica de biología molecular de reacción en cadena de la polimerasa, conocida como PCR (*Polimerase Chain Reaction*) requiere, en la fase final de la electroforesis, el tñido del gel de agarosa (que sirve de soporte) con una disolución de **bromuro de etidio** que actúa como marcador de los ácidos nucleicos. El bromuro de etidio se puede adquirir comercialmente tanto en forma sólida (polvo) como en disolución acuosa, con concentraciones del orden del 1%, siendo la forma diluida la de uso más frecuente.

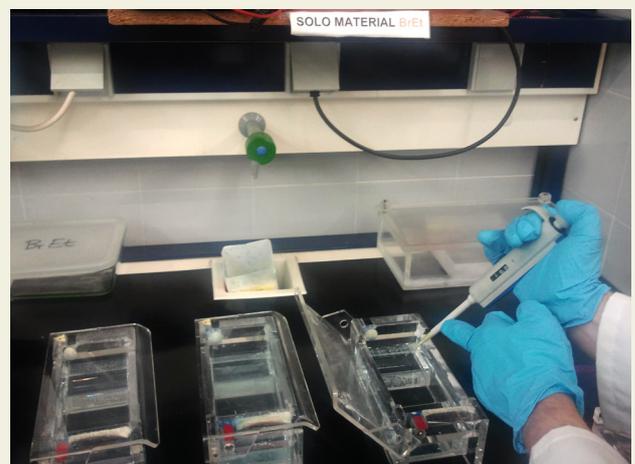
Las operaciones a realizar que conllevan la presencia de bromuro de etidio son:

- Preparación de la disolución, en caso de que se parta del compuesto en forma de polvo.
- Adición de la disolución de bromuro de etidio al gel de agarosa.
- Eliminación de residuos.

La manipulación de bromuro de etidio sólido, de sus disoluciones y del material contaminado en las diversas operaciones, puede dar lugar a las siguientes situaciones de exposición: inhalación de polvo y contacto con la piel y ojos en la preparación de las disoluciones, contacto con la piel y ojos en el caso de disoluciones y, contacto con la piel en la eliminación de residuos.



Adición de la disolución de bromuro de etidio a la disolución de agarosa



Celdas de electroforesis

AGENTES QUÍMICOS

Bromuro de etidio (C₂₁H₂₀N₃Br)

Sinónimos: Bromuro de 3,8-diamino-5-etil-6-fenilfenantridinio; Bromuro de 2,7-diamino-10-etil-9-fenilfenantridinio; Bromuro de homidio, EtBr.

DAÑOS PARA LA SALUD

Aunque la tarea de electroforesis en gel de agarosa puede comportar otros riesgos, aquí sólo se tratarán los derivados de la exposición a bromuro de etidio.

La principal vía de entrada del bromuro de etidio en el organismo es la vía inhalatoria. Por vía digestiva es nocivo, aunque la ingestión accidental es muy poco probable.

- El bromuro de etidio en forma de **polvo** es **muy tóxico por inhalación**.
- Está clasificado como **mutágeno de categoría 2** según el Reglamento CLP (Reglamento 1272/2008), lo que significa que se sospecha que la exposición crónica a bromuro de etidio puede provocar daños hereditarios.
- La inhalación de polvo puede **irritar las vías respiratorias**.
- El contacto con **la piel** puede provocar irritaciones, dermatitis, decoloración de la piel y manchas de color púrpura.
- Puede provocar irritación, enrojecimiento y dolor **ocular**.

FACTORES DE RIESGO MÁS IMPORTANTES

Los factores de riesgo más importantes, que aumentan la probabilidad de que se materialicen los daños para la salud derivados de la exposición al bromuro de etidio son:

- Forma de presentación del producto que se utiliza. La manipulación del bromuro de etidio en polvo es mucho más peligrosa que la manipulación de las disoluciones.
- Concentración de la disolución de bromuro de etidio utilizada.
- Número de muestras procesadas.
- Ausencia de procedimientos adecuados para la manipulación de bromuro de etidio.
- Campana de extracción localizada inadecuada o inexistente.
- Ventilación general insuficiente.
- No disponibilidad, no utilización o incorrecta utilización de los equipos de protección individual.
- Falta de formación e información de los trabajadores.

Otros factores a considerar son:

- Riesgo adicional por utilizar lentes de contacto.
- La situación de embarazo de la trabajadora y el período de lactancia natural.

MEDIDAS PREVENTIVAS

MEDIDAS DE ELIMINACIÓN DEL RIESGO

Deben ser las primeras a considerar cuando la naturaleza de la actividad lo permita. Se puede estudiar y valorar la sustitución del bromuro de etidio -por productos comercializados bajo distintas denominaciones- tanto desde el punto de vista de las prestaciones como de los posibles riesgos derivados de los productos de sustitución. Existen soluciones de tinción alternativas en el mercado que no tienen efectos mutagénicos.

Ejemplos de posibles sustitutos son: SYBR Green, GelGreen, GelRed, SYBR Gold, Realsafe, azul de metileno.

Hay fuentes de información para consultar sustitutos, como por ejemplo:

<http://www.subsport.eu/>

http://aetox.es/wp-content/uploads/2012/02/Guia_sustitucion_Agentes_Quimicos.pdf

MEDIDAS DE REDUCCIÓN Y CONTROL DEL RIESGO

Medidas sobre el agente químico

La sustitución del bromuro de etidio en forma de polvo por las disoluciones diluídas preparadas comercialmente, elimina la posibilidad de emisión de polvo al ambiente y por tanto, los riesgos derivados de su inhalación.

Medidas sobre el proceso y el local

- **Extracciones localizadas**

En caso de que sea imprescindible utilizar bromuro de etidio en polvo, sólo se debe manipular dentro de una cabina extractora con filtros de alta eficacia para partículas (HEPA). Se recomienda una velocidad mínima del aire, en la cara abierta de la misma, de 0,5 m/s.

- **Ventilación general**

El entorno de trabajo debe estar bien ventilado, con un sistema que garantice la renovación del aire y compense la extracción realizada por la cabina, en caso de que sea necesaria su utilización.

Medidas sobre el método de trabajo y la organización

- Se recomienda la adquisición de las disoluciones de bromuro de etidio existentes en el mercado que presenten las concentraciones más bajas compatibles con el trabajo a realizar.
- Las disoluciones de bromuro de etidio no se adicionarán a la disolución de agarosa hasta que la temperatura de ésta sea inferior a 55 °C.
- Las disoluciones de bromuro de etidio se conservarán refrigeradas (entre 2 °C y 8 °C) para evitar la formación de vapores.
- Deberían elaborarse procedimientos de trabajo adecuados, tanto para la utilización del bromuro de etidio como para la descontaminación del material, la actuación frente a derrames y la eliminación de los residuos.
- En la zona de utilización se mantendrá la cantidad mínima imprescindible para cubrir las necesidades de una jornada de trabajo.
- Todos los envases que contengan bromuro de etidio o sus residuos, deben mantenerse correctamente cerrados y etiquetados. Se dispondrá de la Ficha de Datos de Seguridad.
- El material de laboratorio no desechable (cubetas, matraces, etc.) que esté en contacto con bromuro de etidio se mantendrá aislado y debidamente marcado, para reutilizarlo exclusivamente con este fin. En caso de abandonar el empleo de dicho compuesto, todo el material referido será tratado como residuo contaminado.
- Todas las superficies de trabajo deben limpiarse diariamente, al finalizar las tareas, con paños limpios (o papel) humedecidos con alcohol.
- El área de trabajo estará debidamente acondicionada, disponiendo de paredes y suelos lisos, mobiliario de material inerte, recipientes de recogida de residuos y material de limpieza y descontaminación.

Actuación frente a posibles derrames

En caso de exposición accidental al bromuro de etidio por un derrame, debe retirarse la ropa contaminada de forma inmediata y separarla para lavar, siendo recomendable ducharse.

Si se produce un vertido se procederá de la siguiente forma:

- El trabajador se protegerá con bata de laboratorio, guantes desechables por ejemplo de nitrilo, gafas de seguridad con protección ultravioleta y, en caso de derrames sólidos, mascarilla autofiltrante tipo FFP3 para partículas sólidas.
- En primer lugar, si el derrame producido es de polvo, se limpiará cuidadosamente con paños húmedos; si se trata de líquido, se absorberá con paños secos.
- A continuación, la zona se limpiará con agua y jabón, y después con alcohol al 70%.
- La operación se repetirá varias veces y se comprobará si quedan residuos de bromuro de etidio utilizando una lámpara UV.
- Si el colorante persiste, se limpiará la zona con una disolución descontaminante (por ejemplo: una disolución acuosa que contenga 14 g de nitrito sódico y 66,6 ml de ácido hipofosforoso al 50% en 1 litro de disolución), repitiendo la operación hasta que, con la fuente de luz UV, no se detecte contaminante.

Gestión de residuos

- Los residuos sólidos contaminados con bromuro de etidio (incluidos los geles, puntas de pipeta, EPI, materiales empleados en la recogida de derrames, etc.), se gestionarán de acuerdo a la normativa (local o autonómica) de residuos tóxicos.
- Las disoluciones de bromuro de etidio deben ser filtradas con carbón activo antes de eliminarlas por el desagüe. El carbón activado que se utilice se gestionará como el resto de residuos sólidos contaminados.

Mantenimiento preventivo del equipo instalado

- Se deben seguir las instrucciones del fabricante respecto al mantenimiento de la cabina de extracción.
- Es recomendable llevar un registro documental de los mantenimientos realizados.

Señalización

En la zona de trabajo se colocará señalización que advierta del peligro que supone para la salud de los trabajadores la exposición a bromuro de etidio.

Medidas de higiene personal

- No se debe comer, beber, fumar ni maquillarse en la zona de trabajo. Fuera de la zona de trabajo, se mantendrá una estricta higiene antes de comer, beber, fumar, maquillarse, utilizar el baño y al final del turno de trabajo.
- Los trabajadores deberán disponer de:
 - Lugares en los que se pueda guardar separadamente la ropa de trabajo o de protección y la de vestir. (p.ej. taquillas o armarios).
 - Área de aseo con servicios higiénicos, duchas y lavamanos. Se aconseja la utilización de jabón neutro y crema hidratante para las manos.
- Se recomienda que el empresario gestione la limpieza, descontaminación y sustitución, en su caso, de la ropa de trabajo.
- Es importante, además, tener en cuenta lo siguiente:
 - Evitar las lentes de contacto porque favorecen la retención de las sustancias irritantes.
 - Si el bromuro de etidio entra en contacto con la piel, lavarse o ducharse inmediatamente; al final de la jornada laboral lavar cualquier parte del cuerpo que se sospeche haya podido estar en contacto con el bromuro de etidio.
 - Si se ha contaminado la ropa, sustituirla inmediatamente por ropa limpia.

MEDIDAS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL DEL TRABAJADOR

Utilización de equipos de protección individual

Cuando el resultado de la evaluación de riesgos muestre que, a pesar de la aplicación de las medidas de control, no se garantiza el control de los riesgos, será necesario el uso de los equipos de protección individual (EPI).

El empresario, basándose en los resultados de la evaluación de los riesgos, deberá proporcionar al trabajador los EPI adecuados a su tarea, además de la ropa de trabajo (bata de laboratorio, calzado cerrado, preferiblemente lavable) que proceda. Los EPI deben disponer de marcado CE con los pictogramas que indiquen la protección ofrecida y el folleto informativo, al menos en castellano.

El trabajador deberá utilizar los EPI según lo indicado en los procedimientos de trabajo establecidos.

Para esta tarea los EPI preceptivos son:

- **Guantes de protección frente a productos químicos.** Materiales como nitrilo pueden ser adecuados. No se deben utilizar guantes de látex porque son muy permeables al bromuro de etidio. En cualquier caso se debe consultar el folleto informativo y las recomendaciones de la ficha de datos de seguridad. Los guantes se pondrán sobre las manos limpias y, después de usarlos, se lavarán y secarán las manos.
- **Protectores oculares:** gafas de montura integral con ocular panorámico y adaptables al rostro con protección frente a salpicaduras (campo de uso 3, líquidos) y frente a polvo fino (campo de uso 5, gas y partículas de polvo fino). En caso de potencial exposición a radiación UV, es recomendable que los oculares sean de protección frente a este tipo de radiación.

Además, como se indicó anteriormente, en operaciones puntuales o excepcionales, como en caso de derrames accidentales en los que se pueda liberar polvo de bromuro de etidio al ambiente, se deben utilizar mascarillas autofiltrantes tipo FFP3 de **protección respiratoria**.

Los EPI deben guardarse en un lugar limpio, seco y alejado de focos de calor.

Dispositivos de lavado

En las proximidades de las áreas de uso, y perfectamente accesibles, se dispondrá de duchas y fuente lavaojos con suministro de agua preferentemente templada, para el lavado inmediato de los ojos y la piel en caso de salpicaduras o proyecciones, o bien, soluciones de lavado polivalentes.

Se debe realizar un mantenimiento periódico de los mismos.

Protección de las trabajadoras embarazadas y en período de lactancia natural

Dada la clasificación del bromuro de etidio como mutágeno de categoría 2, se recomienda la suspensión del trabajo con este producto durante todo el período de gestación.



Contenedor de laboratorio para el material contaminado con bromuro de etidio

EVALUACIÓN DE LA EXPOSICIÓN

El bromuro de etidio no dispone de valor límite de exposición profesional ni de una metodología reconocida para su determinación, por lo que resulta de máxima importancia que, una vez implementadas las medidas de control técnico y las relacionadas con el método de trabajo, se lleve a cabo una verificación periódica para comprobar su correcto funcionamiento y el seguimiento de los procedimientos de trabajo establecidos.

FORMACIÓN E INFORMACIÓN

El bromuro de etidio sólo podrá ser manipulado por trabajadores que hayan recibido formación **teórica y práctica** sobre su manipulación, la descontaminación del material en contacto con el mismo y la eliminación de residuos.

El empresario deberá garantizar:

- Que cada trabajador reciba una formación teórica y práctica suficiente y adecuada en materia preventiva tanto en el momento de la contratación como cuando se produzcan cambios en las funciones o en los equipos de trabajo. Especialmente sobre manejo de productos químicos y residuos.
- Que los trabajadores y los representantes de los trabajadores reciban una formación e información adecuada sobre los riesgos derivados de la presencia de bromuro de etidio así como de las medidas de prevención y protección que hayan de adoptarse, como se deduce de la evaluación de riesgos.
- Que cada trabajador reciba la información sobre los riesgos específicos del puesto de trabajo y las medidas de protección y prevención aplicables.

Además, se pondrá a disposición de los trabajadores la información contenida en las “Fichas de datos de Seguridad” (actualizadas) del bromuro de etidio proporcionadas por el fabricante de forma comprensible para ellos.

Es recomendable la elaboración y la puesta a disposición de los trabajadores de “instrucciones de trabajo” y “protocolos de actuación” para situaciones y aspectos como:

- la manipulación del bromuro de etidio,
- la gestión de los residuos, tanto en lo referente a la ejecución como a la responsabilidad de cada trabajador en el mismo,
- la forma correcta de utilizar de los EPI, su almacenamiento, limpieza y mantenimiento,
- eventuales accidentes, derrames, vertidos o rotura de envases,
- situaciones de emergencia y solicitud de ayuda exterior (Tfno. emergencias: 112, Tfno. Instituto Nacional de Toxicología: 91 56 20 420),
- la comunicación de cualquier deficiencia detectada por los trabajadores así como la de sugerencias de mejora.

En cualquier caso, el empresario deberá consultar con los trabajadores y/o sus representantes la organización y desarrollo de las medidas preventivas.

VIGILANCIA DE LA SALUD

El empresario está obligado a garantizar la vigilancia periódica de la salud de los trabajadores.

Para que el programa de vigilancia de la salud se ajuste a los riesgos derivados de la presencia de bromuro de etidio en el lugar de trabajo, el empresario debe facilitar información sobre estos riesgos y las fichas de datos de seguridad de los productos químicos utilizados a la unidad médica encargada de la vigilancia de la salud, que determinará los criterios y procedimientos a utilizar para valorar el estado de salud de los trabajadores.

Anexo 1. Agentes químicos más importantes en “Electroforesis en gel de agarosa: exposición a bromuro de etidio”

Agente químico	Nº CAS	VLA-ED		VLA-EC		Notas de los LEP	Indicador biológico VLB Momento de muestreo	Frasas H (1)	Estado físico (2) Forma de presentación	Propiedades físicas (3)
		ppm	mg/m ³	ppm	mg/m ³					
Bromuro de etidio <i>Sinónimos:</i> -Bromuro de 3,8-diamino-5-etil-6-fenilfenantridinio -Bromuro de 2,7-diamino-10-etil-9-fenilfenantridinio -Bromuro de homidio	1239-45-8							H330 Mortal en caso de inhalación. H302 Nocivo en caso de ingestión. H341 Se sospecha que provoca defectos genéticos.	Cristales de color rojo oscuro	P.f.:238-240 °C

(1) Frase que describe la naturaleza de los peligros de una sustancia o mezcla peligrosa (Reglamento (CE) N° 1272/2008)

(2) A temperatura ambiente

(3) Pf: Punto de Fusión.