

# Contaminantes Químicos del Agua: Metales Pesados, Nitratos y Pesticidas – Identificación y Eliminación

Autor: EA4IPV

Fecha: 23/03/2026

Categoría: Higiene y Prevención

Etiquetas: Sin etiquetas

## Contaminantes Químicos del Agua: Metales Pesados, Nitratos y Pesticidas – Identificación y Eliminación

Mientras que la contaminación microbiológica del agua causa enfermedades agudas (diarrea, cólera, disentería), la contaminación química provoca efectos crónicos insidiosos que se manifiestan tras meses o años de exposición: cáncer, daño neurológico, insuficiencia renal, alteraciones endocrinas y problemas reproductivos. La OMS estima que 140 millones de personas en 70 países beben agua con niveles de arsénico superiores al valor guía de 0,01 mg/L. En escenarios de emergencia prolongada o colapso de infraestructura, la pérdida del tratamiento convencional de agua puede exponer a poblaciones enteras a contaminantes químicos que antes se eliminaban en plantas potabilizadoras. Este artículo detalla los principales contaminantes químicos del agua, sus fuentes, efectos en la salud según la OMS y métodos de eliminación accesibles sin infraestructura industrial.

Metales pesados: arsénico, plomo, mercurio y cadmio

Los metales pesados son los contaminantes químicos más peligrosos del agua potable debido a su toxicidad a concentraciones muy bajas (microgramos por litro) y su capacidad de bioacumulación en el organismo. La OMS establece valores guía estrictos basados en evaluaciones de riesgo toxicológico con factores de seguridad.

Metal

Valor guía OMS

Fuentes principales

Efectos en la salud

Órganos diana

Arsénico (As)

0,01 mg/L (10 µg/L)

Geología natural (acuíferos en Bangladesh, Argentina, Chile), minería, pesticidas arsenicales

Cáncer de piel, pulmón y vejiga; lesiones cutáneas (melanosis, queratosis); neuropatía periférica

Piel, pulmón, vejiga, hígado

Plomo (Pb)

0,01 mg/L (10 µg/L)

Tuberías antiguas de plomo, soldaduras, pinturas, industria

Daño neurológico irreversible (especialmente en niños), anemia, nefrotoxicidad, hipertensión

Cerebro, riñón, sangre

Mercurio (Hg)

0,006 mg/L (6 µg/L)

Minería artesanal de oro, industria cloro-álcali, combustión de carbón

Daño neurológico (enfermedad de Minamata), teratogénesis, nefrotoxicidad

Sistema nervioso, riñón

Cadmio (Cd)

0,003 mg/L (3 µg/L)

Baterías, galvanoplastia, fertilizantes fosfatados, tuberías galvanizadas

Daño renal (nefropatía tubular), osteoporosis (enfermedad itai-itai), posible carcinógeno

Riñón, hueso

Cromo VI (Cr<sup>6+</sup>)

0,05 mg/L (50 µg/L)

Curtidurías, cromado industrial, cemento

Carcinógeno pulmonar confirmado, dermatitis, úlceras

Pulmón, piel

El plomo en tuberías domésticas: En edificios construidos antes de 1980 con tuberías de plomo, el agua estancada durante la noche puede alcanzar concentraciones de plomo de 0,05-0,5 mg/L (5 a 50 veces el límite OMS). Medida de protección inmediata: dejar correr el grifo durante 2-3 minutos antes de recoger agua para beber o cocinar. Esta agua inicial puede usarse para limpieza o riego. En emergencias prolongadas con agua de fuente desconocida, asumir posible contaminación por plomo y aplicar tratamiento.

Nitratos, nitritos y compuestos nitrogenados

Los nitratos (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) son el contaminante químico más extendido en aguas subterráneas del mundo, principalmente por la agricultura intensiva (fertilizantes nitrogenados y purines). La OMS establece un valor guía de 50 mg/L para nitratos y 3 mg/L para nitritos.

El principal riesgo de los nitratos es la metahemoglobinemia (síndrome del bebé azul) en lactantes menores de 6 meses. Las bacterias intestinales del lactante reducen los nitratos a nitritos, que oxidan la hemoglobina a metahemoglobina, incapaz de transportar oxígeno. Concentraciones de metahemoglobina >10% causan cianosis (coloración azulada de piel y labios); >50% pueden ser mortales.

Fuentes de nitratos en el agua: Fertilizantes agrícolas (responsables del 80% de la contaminación por nitratos en acuíferos), purines y estiércol animal, pozos sépticos y letrinas mal ubicados, descomposición natural de materia orgánica. En pozos rurales cercanos a campos de cultivo, niveles de 50-200 mg/L son frecuentes.

Detección sin laboratorio: Tiras reactivas para acuarios (Tetra, API, JBL) miden nitratos en rango 0-250 mg/L con precisión suficiente para screening (coste: 5-10 € por 25 tiras). Valores por encima de 50 mg/L en la

tira indican agua no apta para lactantes. Para adultos, niveles hasta 100 mg/L no causan efectos agudos, pero el consumo crónico se asocia con posible incremento de riesgo de cáncer gástrico (evidencia limitada).

**Eliminación de nitratos:** Los nitratos son difíciles de eliminar con métodos convencionales. NO se eliminan por ebullición (se concentran), filtración con arena, carbón activado ni cloración. Métodos efectivos: desnitrificación biológica (compleja, requiere reactor anaerobio), ósmosis inversa (95% eliminación, requiere electricidad), destilación (99% eliminación), resinas de intercambio iónico (selectivas para nitratos, regenerables con sal). En emergencia, la destilación solar es el método más accesible.

**Medida de protección para lactantes:** Si el agua disponible tiene nitratos >50 mg/L y no se puede tratar, preparar los biberones con agua embotellada o agua de lluvia tratada. Los adultos pueden consumir agua con nitratos moderados (50-100 mg/L) sin riesgo agudo. Nunca hervir agua con nitratos altos para concentrados de biberón (la ebullición concentra los nitratos).

### Pesticidas y contaminantes orgánicos

Los pesticidas (insecticidas, herbicidas, fungicidas) representan un grupo heterogéneo de contaminantes orgánicos que pueden llegar al agua subterránea y superficial por escorrentía agrícola, fumigación y lixiviación. La OMS establece valores guía individuales para cada compuesto, pero como referencia general, el nivel total de pesticidas no debe superar 0,5 µg/L (directiva europea 98/83/CE) ni 0,1 µg/L para cada pesticida individual.

#### Pesticida

Valor guía OMS

Persistencia

Efectos principales en salud

#### Glifosato

0,9 mg/L (900 µg/L)

Baja-media (47 días)

Probable carcinógeno (IARC 2A), toxicidad renal

#### Atrazina

0,1 mg/L (100 µg/L)

Alta (60-150 días)

Alterador endocrino, posible carcinógeno

#### DDT (y metabolitos)

0,001 mg/L (1 µg/L)

Muy alta (años)

Carcinógeno probable, bioacumulación

#### Clorpirifós

0,03 mg/L (30 µg/L)

Media (30-60 días)

Neurotóxico, inhibidor de colinesterasa

Lindano ( $\gamma$ -HCH)

0,002 mg/L (2  $\mu$ g/L)

Alta (años)

Carcinógeno, neurotóxico, hepatotóxico

Carbón activado: el método más eficaz: El carbón activado granular (GAC) o en polvo (PAC) es el método más efectivo y accesible para eliminar pesticidas del agua. Elimina >95% de la mayoría de pesticidas, herbicidas, disolventes y compuestos orgánicos por adsorción. Un filtro doméstico con 2 kg de carbón activado (coste: 10-20 €) puede tratar 5.000-10.000 litros antes de saturarse. Disponible en tiendas de acuariofilia, ferreterías y proveedores de tratamiento de agua.

Fabricación casera de carbón activado: En emergencia prolongada sin acceso a carbón activado comercial: fabricar carbón vegetal quemando madera dura (encina, haya, roble) en ambiente de bajo oxígeno (en un bidón cerrado con pequeños orificios). Triturar el carbón resultante y "activarlo" hirviéndolo en una solución de cloruro de calcio al 25% ( $\text{CaCl}_2$ , disponible como sal de deshielo) durante 24 horas. Lavar con agua limpia y secar. La activación aumenta la porosidad y la superficie específica de  $\sim 200 \text{ m}^2/\text{g}$  a  $\sim 500\text{-}800 \text{ m}^2/\text{g}$ .

Detección de pesticidas en campo: Sin laboratorio, los pesticidas son indetectables por olor, sabor o aspecto. Indicadores indirectos: proximidad a campos agrícolas (

Ebullición ineficaz contra químicos: Hervir el agua NO elimina pesticidas, metales pesados ni nitratos. De hecho, la ebullición concentra todos los contaminantes no volátiles al evaporar parte del agua. La ebullición solo es efectiva contra patógenos biológicos (bacterias, virus, protozoos). Para contaminación química, los métodos efectivos son: carbón activado (orgánicos), destilación (todos), ósmosis inversa (todos), coagulación con sales de hierro (arsénico), intercambio iónico (nitratos, metales).

Estrategia integrada de detección y tratamiento en emergencias

En un escenario de emergencia sin acceso a laboratorio, la estrategia de tratamiento debe seguir un enfoque de barreras múltiples que aborde tanto la contaminación microbiológica como la química potencial.

Paso 1: Evaluar el riesgo de la fuente: Identificar posibles fuentes de contaminación aguas arriba: agricultura (nitratos, pesticidas), minería (metales pesados), industria (disolventes, metales), vertederos (lixiviados). Un pozo profundo (>20 m) alejado de actividad humana tiene bajo riesgo químico. Un arroyo que atraviesa zonas agrícolas tiene alto riesgo de nitratos y pesticidas.

Paso 2: Pretratamiento físico: Sedimentación (24 horas en reposo) + filtro de arena (BioSand o improvisado) para eliminar turbidez, materia orgánica particulada y reducir parcialmente hierro y manganeso. Este paso mejora la eficacia de todos los tratamientos posteriores.

Paso 3: Carbón activado: Pasar el agua pretratada a través de un filtro de carbón activado para eliminar pesticidas, disolventes, cloro residual y compuestos orgánicos que causan olor y sabor. Si se sospecha contaminación por metales pesados, el carbón activado tiene eficacia limitada (solo parcial para plomo y

mercurio, casi nula para arsénico y nitratos).

Paso 4: Desinfección: Cloración (2 mg/L de cloro libre, esperar 30 minutos) o ebullición (1 minuto a nivel del mar) para eliminar patógenos. Si se usó carbón activado, desinfectar DESPUÉS del carbón (el carbón elimina el cloro).

Paso 5: Destilación si hay sospecha de metales o nitratos: Si la evaluación de riesgo sugiere contaminación por metales pesados o nitratos, la destilación es el único método accesible que elimina virtualmente todos los contaminantes (>99%). Utilizar destilador solar o de fogón. Remineralizar el destilado con una pizca de sal marina.

Prioridad: microbiológico primero: En una emergencia hídrica aguda, la prioridad absoluta es eliminar la contaminación microbiológica (causa enfermedades en horas-días). La contaminación química causa efectos crónicos tras semanas-meses de exposición. Si solo se puede aplicar un tratamiento, elegir la desinfección (ebullición, cloración, SODIS). El tratamiento químico es importante pero secundario en los primeros días de una emergencia.

⚠ Advertencia: Esta información es orientativa y educativa. En situaciones de emergencia real, consulte a profesionales cualificados siempre que sea posible. No ponga en riesgo su vida ni la de otros sin la formación adecuada.