



Problemas del agua potable: El hierro y el manganeso

Mark L. McFarland, Profesor Asistente y Especialista de Extensión en Recursos de Agua
Monty C. Dozier, Profesor Asociado y Especialista de Extensión en Fertilidad de Suelos
El Sistema Universitario Texas A&M

El hierro y el manganeso son dos elementos similares que pueden ser un fastidio para el abastecimiento del agua potable. El hierro es más común que el manganeso pero frecuentemente ocurren juntos. No son peligrosos para la salud.

¿Qué problemas causan el hierro y el manganeso?

El hierro y el manganeso pueden darle al agua un sabor, olor y color indeseable. El hierro causa manchas rojizas-café en la ropa, porcelana, platos, utensilios, vasos, lavaplatos, accesorios de plomería y concreto. El manganeso causa manchas café-negras en los mismos materiales. Los detergentes no remueven estas manchas. El cloro casero y los productos alcalinos (tales como el sodio y el bicarbonato) pueden intensificar las manchas.

Los depósitos de hierro y manganeso se acumulan en los tubos de cañerías, tanques de presión, calentadores de agua y equipo ablandador de agua. Estos depósitos restringen el flujo del agua y reducen la presión del agua. Más energía se requiere para bombear agua a través de tubos tapados y para calentar agua si los rodos de los calentadores están cubiertos con depósitos minerales. Esto aumenta los costos de la energía y el agua.

El agua contaminada con hierro y manganeso usualmente contiene bacterias de hierro o manganeso. Estas bacterias se alimentan de los minerales que

hay en el agua. No causan problemas de salud, pero sí forman una baba rojiza-café (hierro) o café-negra (manganeso) en los tanques de los inodoros y pueden tapar los sistemas de agua.

¿Cómo entran el hierro y el manganeso al agua potable?

El hierro y el manganeso son elementos comunes en la superficie de la tierra. A medida que el agua se filtra por el suelo y las piedras puede disolver estos minerales y acarrearlos hacia el agua subterránea. Además, los tubos de hierro pueden corroerse y lixiviar (disolver) hierro dentro del abastecimiento de agua residencial.

¿Cómo se ve o si mi agua contiene hierro y/o manganeso?

La apariencia y/o sabor del agua pueden indicar la presencia de hierro y manganeso. Por ejemplo, partículas rojizas-café (hierro) o rojizas-negras (manganeso) pueden estar visibles cuando el agua sale del grifo. Estas partículas de hierro y/o manganeso pueden provenir de tubos corroídos o del mismo abastecimiento de agua. Las partículas se forman debido a que el oxígeno en el sistema de plomería está oxidando y precipitando el hierro y el manganeso. Si el agua está clara cuando sale del grifo, pero las partículas se forman y se acumulan después de que el agua ha estado estancada por un

rato, el hierro y/o manganeso están en el suministro del agua. Se disuelven en el agua y permanecen invisibles hasta que se oxidan y se precipitan. Algunas veces el agua del grifo tiene un color rojizo. Esto es causado por el hierro coloidal-hierro que no forma partículas lo suficientemente grandes para precipitarse. El manganeso usualmente se disuelve en agua, aunque algunos pozos poco profundos contienen manganeso coloidal que le da al agua un tinte negro.

La baba rojizo-café o negra que existe en los tanques de los inodoros o los grifos es una señal que existen bacterias de hierro o manganeso. El agua que contiene altas concentraciones de hierro y manganeso puede tener un sabor metálico indeseable. El agua puede reaccionar con el tanino en el café, té y otras bebidas y producir un lodo negro. Usted también puede notar que el agua está manchando la ropa y otros artículos.

Mientras que estos síntomas pueden indicar que el agua contiene hierro y manganeso, necesita examinar su agua para medir cuánto contiene.

¿Cómo se hacen las pruebas y qué significan los resultados?

A diferencia de los proveedores de agua pública, a los propietarios de pozos privados no se les requiere examinar su agua para determinar si contiene hierro y manganeso. Sin embargo, es importante conducir una prueba (análisis) de laboratorio para medir la cantidad de estas sustancias que se encuentra en el agua, y para medir la cantidad de otras condiciones y sustancias (pH, oxígeno, dureza y sulfuro) que puedan determinar el método de tratamiento más adecuado.

Para encontrar un laboratorio que examina el agua en su área, comuníquese con la oficina de Extensión, el servicio de obras públicas, o el departamento de salud de su condado. Pídale al laboratorio que le mande un juego casero para hacer la prueba de hierro y manganeso. Un juego casero usualmente contiene una botella para muestreo, un formulario de información, una caja para enviar por correo la muestra, e instrucciones. Lea las instrucciones cuidadosamente cuando esté recolectando la muestra de agua. Envíe por correo la muestra pronto, y asegúrese de incluir el formulario de información. Tome la muestra en un día en el que puede ser enviado por correo para que llegue al laboratorio entre lunes y jueves. Evite los fines de semana y los días feriados ya que se puede retrasar el análisis.

El laboratorio puede pedirle que tome una muestra de bacterias de hierro o manganeso dentro del sistema de plomería. La parte interior del tanque del inodoro es un buen lugar para tomar esta muestra.

Los resultados de la prueba probablemente van a ser reportados como mg/L (miligramos por litro). La Agencia para la Protección Ambiental de los EE.UU. ha establecido que los Niveles Máximos de Contaminantes Secundarios (SMCL) para hierro y manganeso son 0.3 mg/L y 0.5 mg/L respectivamente. Los SMCLs son estándares para sustancias que no son peligrosas para la salud. El agua que contiene menos de 0.3 mg/L de hierro y 0.5 mg/L de manganeso no debe de tener un olor, sabor o apariencia indeseable y no debe de requerir tratamiento.

¿Cómo elimino el hierro y el manganeso del agua potable?

Si la prueba muestra que su agua contiene niveles indeseables de hierro y/o manganeso, usted tiene dos opciones: 1) Obtener un suministro de agua diferente; o 2) tratar el agua para remover las impurezas. Usted quizá pueda abrir un nuevo pozo en un lugar diferente o completar el pozo existente en una formación diferente de agua. Pídale a un perforador de pozos consejo acerca de estas opciones. Si decide tratar el agua, existen varios métodos efectivos de los cuales puede escoger. Estos están resumidos en la Tabla 1. El método más apropiado depende de factores tales como la concentración de hierro y manganeso en el agua, si hay bacterias presentes y la cantidad de agua que necesita tratar.

Tratamiento de fosfato

Niveles bajos de hierro y manganeso disueltos (combinaciones combinadas hasta 3 mg/L) pueden ser remediados al inyectar compuestos de fosfato dentro del sistema del agua. El fosfato previene que los minerales se oxiden y por lo tanto ayuda a mantenerlos en solución. Los compuestos de fosfato deben de ser introducidos en el agua en un punto en el que el hierro todavía está disuelto para poder mantener el agua clara y prevenir manchas. La inyección debe ocurrir antes del tanque de presión y tan cerca al punto de descarga del pozo como sea posible.

El tratamiento por compuestos de fosfato es relativamente barato, pero pueden haber desventajas al

usar este método. Los compuestos de fosfato no remueven el hierro actualmente, por lo que el agua tratada retiene un sabor metálico. El agregar mucho fosfato puede hacer que el agua se sienta resbalosa. Los compuestos de fosfato no son estables en temperaturas altas, lo que significa que si el

agua tratada es calentada (en un calentador de agua o al cocinar algo) el hierro y manganeso van a ser liberados, reaccionando con el oxígeno y precipitándose. Finalmente, el uso de productos de fosfato está prohibido en algunas áreas debido a preocupaciones ambientales.

Tabla 1. Tratamientos para el hierro y manganeso en el agua potable

Causa	Indicación	Tratamiento
Hierro y manganeso disueltos	El agua está clara cuando es tomada pero aparecen partículas rojizas o negruzcas cuando se estanca. Manchas rojizas-café o negras en los accesorios de plomería o en la ropa lavada	Compuestos de fosfato (úse para < 3 mg/L) Suavizador de agua (úse para concentraciones combinadas de hierro y manganeso > 5 mg/L) Filtro oxidante - de arena verde de manganeso o zeolita (úse para concentraciones combinadas de hierro y manganeso > 15 mg/L) Aireación/filtración (úse para concentraciones combinadas de hierro y manganeso > 25 mg/L) Oxidación y filtración química (úse para concentraciones combinadas de hierro y manganeso > 10 mg/L)
Hierro o manganeso disuelto (coloidal) (complejos orgánicos de estos minerales)	El agua del grifo está rojizo o negruzco y el color se mantiene por más de 24 horas (no hay precipitación de partículas)	Oxidación y filtración química
Hierro oxidado en el suministro de agua	El agua del grifo contiene partículas rojizas - café que se asientan cuando el agua se estanca	Filtro de partículas
Corrosión de tubería y equipo	El agua del grifo contiene partículas rojizas-café que se asientan cuando el agua se estanca	Eleve el pH del agua y use un filtro de partículas
Bacterias de hierro o manganeso	Babas rojizas-café en los tanques de los inodoros, y drenajes de los lavamanos y las tinas	Tratamiento de shock y filtración

Ablandador de agua por intercambio de iones

Niveles bajos a moderados de hierro y manganeso (una concentración combinada de hasta 5 mg/L) usualmente pueden ser removidos por un ablandador de agua de intercambio de iones. Antes de comprar uno, asegúrese que la concentración de hierro en su agua no exceda el nivel máximo de removimiento de hierro del equipo. No todos los ablandadores del agua pueden remover hierro del agua, así que revise las especificaciones del fabricante cuidadosamente. Las cantidades excesivas de hierro disuelto pueden tapar un ablandador.

Un ablandador de intercambio de iones trabaja intercambiando el hierro en el agua no tratada con el sodio por medio del intercambio de iones. El retrolavado lava el hierro del medio suavizante (descalcificador) forzando el agua rica en sodio a regresar por medio del aparato. Este proceso agrega sodio al medio de resina mientras que el hierro es cargado hacia afuera en el agua de desecho.

Debido a que el hierro reduce la capacidad del aparato para ablandar el agua, debe ser recargado más frecuentemente. Siga las instrucciones del fabricante con relación al material adecuado para usar en una concentración particular de hierro. Algunos fabricantes sugieren agregar un químico "limpiador de camas" con cada retrolavado para impedir que se tape.

Los ablandadores de agua le agregan sodio al agua, lo que puede causar problemas de salud para las personas con dietas que restringen el sodio. En estos casos instale una unidad de osmosis inversa para proveer el agua no ablandada para cocinar o beber, o use un ablandador de agua basado en sal de potasio.

Filtro oxidante

Niveles moderados de hierro y manganeso (una concentración combinada de hasta 15 mg/L) pueden ser tratados con un filtro oxidante. El filtro es básicamente arena verde natural de manganeso o zeolita sintética recubierta con óxido de manganeso; estas sustancias absorben el hierro disuelto y el manganeso. La zeolita sintética requiere menos agua para retrolavado y ablanda el agua a medida que remueve las impurezas. La cantidad de oxígeno disuelta en su agua (la cual puede ser determinada por equipos pequeños para pruebas de campo, compañías de tratamientos de agua o laboratorios que examinan el agua) determinará el tipo adecuado de filtro oxidante que se debe usar.

Aireación/filtración

Las concentraciones altas de hierro y manganeso pueden ser tratadas con un sistema de aireación/filtración. En este sistema el aire es llevado hacia adentro y mezclado con la corriente de agua fluyente. El agua saturada de aire entra después en un recipiente precipitador/aireador, donde el aire se separa del agua. Después el agua fluye por un filtro de varios medios filtrantes que filtran las partículas de hierro y manganeso oxidadas, y algunos carbonatos o sulfatos.

Los aireadores a presión son usados comúnmente en los sistemas residenciales de agua. Retrolavar el filtro periódicamente es un paso de mantenimiento muy importante. La aireación no es recomendada para agua que contiene bacterias de hierro/manganeso o hierro/manganeso coloidal (complejos orgánicos) debido a que pueden tapar el aspirador y el filtro.

Oxidación química

Niveles altos de hierro y manganeso disuelto u oxidado (combinaciones combinadas de hasta 25 mg/L) pueden ser tratadas por oxidación química. Este método es particularmente de ayuda cuando el hierro es combinado con materia orgánica o cuando existen bacterias de hierro/manganeso presentes.

El sistema consiste en una bomba pequeña que coloca un químico oxidante dentro del agua mientras que todavía está en el pozo o justo antes de que entre en el tanque de almacenamiento. Esta bomba opera cuando la bomba del pozo opera. El químico oxidante puede ser cloro, permanganato de potasio, peróxido de hidrógeno. El químico debe estar en el agua por lo menos durante veinte minutos para que se lleve a cabo la oxidación, o aun por más tiempo si el agua contiene hierro/manganeso coloidal.

Después de que las partículas sólidas se han formado, las mismas son filtradas, usualmente con un filtro de arena. El agregar sulfato de aluminio (alum) mejora la filtración al causar que se formen partículas más grandes.

Cuando se usa cloro como el agente oxidante, el cloro excesivo permanece en el agua tratada. Si el filtro de partículas está hecho de calcita, arena, antracita o silicato de aluminio, una cantidad mínima de cloro debe usarse para evitar el sabor indeseable que resulta del cloro excesivo. Un filtro de carbón activado removerá el exceso de cloro así como las pequeñas cantidades de partículas de hierro/manganeso. El cloro oxida el hierro de una mejor manera en un pH de 6.5 a 7.5, el cloro no

debe ser usado para niveles altos de manganeso debido a que el manganeso requiere de un pH más alto de 9.5 para oxidarse completamente.

El permanganato de potasio es más efectivo que el cloro para oxidar el manganeso a niveles de pH mayores que 7.5. El permanganato de potasio es venenoso y es un irritante para la piel. No debe haber exceso de permanganato de potasio en el agua tratada y el químico concentrado debe ser almacenado en su recipiente original lejos de niños y animales. El uso de este químico requiere de calibración, mantenimiento y monitoreo cuidadoso.

Elevando el pH y la filtración de las partículas

Si los tubos corroídos son la fuente de partículas de hierro/manganeso en el agua, elevar el pH del agua y usar un filtro de sedimento es la solución más simple para este problema.

Tratamiento por shock (golpe) y filtración

El tratamiento por shock (golpe) es el método más común de matar las bacterias y el cloro es el químico usado más comúnmente en este proceso (ver L-5441s, "Tratando pozos con cloro"), Extensión Cooperativa de Texas. Es casi imposible matar todas las bacterias de hierro/manganeso en un sistema, así que esté preparado para repetir el tratamiento de clorinación por shock cuando las bacterias vuelvan a crecer. Si los tratamientos repetitivos le toman mucho tiempo, puede ser más eficiente instalar un sistema de aplicación continuo que inyecta niveles bajos de cloro líquido o que introduce gránulos de cloro automáticamente dentro del agua.

El cloro cambia rápidamente de hierro disuelto a hierro sólido que va a precipitarse. Por lo tanto, un

filtro puede ser necesario para remover las partículas si se usa un sistema de clorinación continuo.

Tratamiento multipasos

Si el agua tiene altos niveles de hierro y manganeso en las formas disueltas y sólidas, un tratamiento multipasos es necesario. El primer paso es la clorinación para oxidar el hierro disuelto y matar las bacterias. El agua puede ser filtrada después por medio de un aparato mecánico para remover las partículas. Esto puede continuar con una filtración con carbón activado para remover el exceso de cloro, y finalmente, ablandar para controlar la dureza y remover cualquier mineral residual disuelto.

Resumen

Aunque el hierro y el manganeso en el abastecimiento del agua residencial no son peligrosos para la salud, pueden ser un fastidio y dañar la ropa y otros artículos. El método de tratamiento para estas impurezas depende de las formas y concentraciones que los mismos ocurren en el agua.

Esta publicación fue adaptada de NebGuide G1280, "Drinking Water: Iron and Manganese" (Agua potable: Hierro y manganeso) publicada por el Servicio de Extensión Cooperativa de Nebraska, 1996.

Agradecimientos

Orientación y ayuda fue proporcionada por el comité para la protección de aguas subterráneas de Texas (Texas Groundwater Protection Committee) y la comisión tejana sobre la calidad ambiental (Texas Commission on Environmental Quality). Este trabajo fue financiado en parte por la Agencia de Protección Ambiental de EE.UU.



Esta publicación fue financiada por la Iniciativa de la Cuenca del Río Grande, administrada por el Instituto de Recursos de Agua de Texas del Servicio de Extensión Cooperativa de Texas, con fondos proveídos a través de una concesión del Servicio Estatal Cooperativo de Investigación, Educación y Extensión, Departamento de Agricultura de los EE.UU., bajo el Acuerdo No. 2001-45049-01149.

Producido por *AgriLife Communications and Marketing*, El Sistema Texas A&M
Las publicaciones de *Texas AgriLife Extension* se pueden encontrar en Internet en: <http://AgriLifebookstore.org>

Los programas educativos de *Texas AgriLife Extension Service* están disponibles para todas las personas, sin distinción de raza, color, sexo, discapacidad, religión, edad u origen nacional.

Emitido para el desarrollo del Trabajo de la Extensión Cooperativa en Agricultura y Economía del Hogar, Leyes del Congreso del 8 de mayo de 1914 con sus reformas y del 30 de junio de 1914 junto con el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Edward G. Smith, Director, *Texas AgriLife Extension Service*, Sistema Texas A&M.