



BOLETÍN ELECTRÓNICO INFORMATIVO SOBRE PRODUCTOS Y RESIDUOS QUÍMICOS

Año 2 N° 13, Mayo, 2006

Responsable: Ing. Jorge Eduardo Loayza Pérez - Estudio de Investigación:
Gestión Integral de Residuos Peligrosos. FQIQ. UNMSM. Lima. Perú

PRESENTACIÓN

El **Boletín Informativo sobre Productos y Residuos Químicos** se publica periódicamente para dar a los lectores una visión integral y actualizada de las actividades que se realizan para promover un manejo ecológicamente racional de los productos y residuos químicos, con la finalidad de proteger la salud y el ambiente.

REMOCIÓN DE IONES METÁLICOS POR PRECIPITACIÓN QUÍMICA

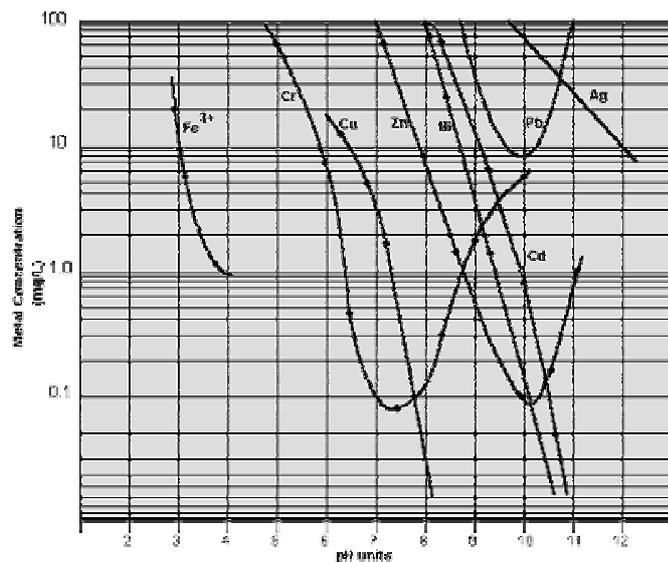
El método más comúnmente usado para remover iones metálicos solubles en agua, consiste en precipitarlos como hidróxidos metálicos. El proceso puede ser automatizado y controlado fácilmente por un pHmetro en línea. Elevando el pH de la solución con un material alcalino (por ejemplo, cal o hidróxido de sodio (soda caústica)), los compuestos metálicos se convierten en materiales insolubles y son precipitados en la solución. Para esta precipitación es importante tener en cuenta la solubilidad de los hidróxidos metálicos en relación con el pH (Ver Figura N° 1).

BIORREMEDIACIÓN DE SUELOS Y AGUAS RESIDUALES CONTAMINADOS CON METALES PESADOS

La contaminación de los suelos con metales pesados esta incrementandose aceleradamente como resultado de las actividades humanas: industria, agricultura y servicios. Hay dos importantes formas para solucionar este problema: la prevención de nuevos focos de contaminación y la recuperación de suelos y aguas ya contaminados. La biorremediación que es el tratamiento de aguas y suelos contaminados mediante agentes biológicos es un tecnología en pleno desarrollo. Los investigadores han observado que la producción de proteínas o secuencias peptídicas situadas en la superficie celular de bacterias tolerantes a metales pesados incrementa la capacidad de estas bacterias para unir metales pesados en su superficie. Por tanto, estas bacterias son útiles para la recuperación de aguas y suelos contaminados. Varios géneros de bacterias están adaptados para desarrollarse bien en suelos contaminados con metales pesados: *Ralstonia*, *Pseudomonas* y *Bacillus*. La proteína con capacidad de unir metales es una metalotioneína, su secuencia puede obtenerse de fuentes naturales o artificiales. Las proteínas que unen metales pueden ser naturales, sintéticas o derivados: proteínas de fusión con actividad o estabilidad aumentada.

Mayor información: **Dra. Irene Herrera**
I.Herrera@orgc.csic.es

Figura N° 1 Solubilidad de diversos iones metálicos con el agua
(www.acsmedioambiente.com)



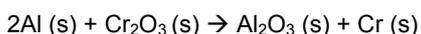
Por ejemplo, el cobre (Cu) a un pH de 6,0, tiene una solubilidad cercana a 20 mg/L y en un pH de 8,0 la solubilidad es 0,05 mg/L. El níquel tiene una curva similar pero ocurre en 3 puntos de pH más altos. Es decir, en un pH de 8,0 el níquel (Ni) tiene una solubilidad de 70 mg/l y en un pH de 10,2 la solubilidad es 0,1 mg/l. Otros metales como el cromo y zinc son anfotéricos, o sea que son solubles en condiciones tanto alcalinas como ácidas. El cromo alcanza su menor solubilidad teórica de 0,08 mg/L a un pH de 7,5. Si el cromo y el níquel están presentes en una misma solución, debe ser elegido un mismo valor de pH que precipite ambos iones. Es común utilizar un pH de 9,0 – 9,5 para precipitar ambos metales. La solubilidad teórica generalmente no existe en la práctica. Un coagulante de iones metálicos, tal como el cloruro férrico o el sulfato de aluminio se utilizan generalmente para acelerar la coagulación y la precipitación de los metales pesados. El hidróxido férrico y/o el hidróxido de aluminio precipitan y tienden a formar el coprecipitados con el níquel y el cromo.

CROMO
NÚMERO CAS: 7440-47-3

El cromo es el vigésimo primer elemento, tomando como referencia su abundancia en la corteza terrestre.



El cromo corresponde al 0,0122 % de la corteza terrestre en masa. Su mena más importante es la cromita, $\text{FeO} \cdot \text{Cr}_2\text{O}_3$; también se encuentra en la crocoíta, PbCrO_4 . El metal se extrae por reacción con aluminio a alta temperatura.



El cromo es un metal duro, quebradizo, que forma un óxido protector, Cr_2O_3 , que explica la resistencia del metal a la corrosión. Su principal aplicación está en la elaboración de acero inoxidable. Otro uso importante es el proceso de "cromado". El óxido de cromo (III) Cr_2O_3 , se disuelve en ácido sulfúrico y los iones Cr^{3+} producidos se reducen electrofóticamente en la superficie del metal que actúa como cátodo. Las defensas de los automóviles protegidas de esta manera son resistentes a la corrosión y decorativas.

Los estados de oxidación más comunes del cromo son +2, +3 y +6, de los cuales el estado +3 es el más estable. El ión verde Cr^{3+} forma muchos iones complejos, el óxido de cromo (III), Cr_2O_3 , un polvo verde, se prepara por descomposición térmica del dicromato de amonio. El óxido de cromo (III) tiene propiedades anfóteras y es muy estable. Se usa como pigmento verde en pinturas. El óxido de cromo (VI), CrO_3 , existe como cristales rojos oscuros; es un agente oxidante fuerte.

Fuente: Chang R. Química. Editorial McGraw-Hill. Cuarta Edición. México. 1992.

PRESENCIA DEL CROMO EN DIFERENTES MEDIOS AMBIENTALES

El cromo se encuentra en el medio ambiente en diversos estados de oxidación, pero sólo las formas trivalentes (III) y hexavalentes (VI) se consideran de importancia biológica.

Compuestos de cromo en el agua:

En los medios acuáticos, el cromo (VI) se encuentra principalmente en forma soluble, que puede ser lo suficientemente estable como para ser transportada en el medio. Sin embargo, el cromo (VI) finalmente se convierte en cromo (III) mediante la reducción de especies tales como las sustancias orgánicas, ácido sulfhídrico, azufre, sulfuro de hierro, los compuestos de amonio y los nitritos (USPHS 1997, Kimbrough et al. 1999). Por lo general, esa forma trivalente no migra de manera significativa en los sistemas naturales sino que se precipita rápidamente y se adsorbe en partículas en suspensión y sedimentos del fondo. Sin embargo, los cambios en las propiedades físicas y químicas del medio acuático pueden alterar el equilibrio entre el cromo (III) y el cromo (VI) (Richard and Bourg 1991).

Se ha comprobado que el cromo (III) y el cromo (VI) se acumulan en muchas especies acuáticas, especialmente en peces que se alimentan del fondo, como el bagre (*Ictalurus nebulosus*), y en los bivalvos, como la ostra (*Crassostrea virginica*), el mejillón azul (*Mytilus edulis*) y la almeja de caparazón blando (*Mya arenaria*) (Kimbrough et al. 1999).



Cuerpo de agua conteniendo metales pesados (Fuente: www.milenio.com)

Compuestos de cromo en el suelo:

En los suelos, el cromo (III) es relativamente inmóvil debido a su gran capacidad de adsorción en los suelos. Por el contrario, el cromo (VI) es muy inestable ya que, en condiciones naturales, se adsorbe escasamente en los suelos (Mukherjee 1998). Las reacciones redox (conversión del cromo (III) en cromo (VI) por oxidación y conversión del cromo (VI) en cromo (III) por reducción) son procesos significativos que afectan la evolución de las especies y, por lo tanto, la biodisponibilidad y la toxicidad del cromo en los suelos. La oxidación puede ocurrir en presencia de óxidos de hierro y manganeso, en suelos frescos y húmedos (anaeróbicos) y en condiciones levemente ácidas. La reducción puede ocurrir en presencia de sulfuros y hierro (II) (condiciones anaeróbicas) y se acelera en presencia de materia orgánica en el suelo (Mukherjee 1998).

Referencias

- Alloway, B.J. (1990). Heavy metals in soils. John Wiley and Sons, Inc. New York, ISBN 0470215984
- Bryan, G.W. and Langston, W.J. (1992). Bioavailability, accumulation and effects of heavy metals in sediments with special reference to United Kingdom estuaries: a review. Environmental Pollution 76: 89-131

APLICACIONES DEL CROMO Y SUS COMPUESTOS

El cromo se utiliza, en primer lugar para la producción de ferrocromo.

Esa aleación de hierro y cromo se utiliza directamente como aditivo para producir aceros cromados, que son resistentes e "inoxidables".

En segundo lugar, se emplea en la industria química en general, en la que se utilizan distintos compuestos de cromo como agentes de curtido, pigmentos y conservantes textiles, pinturas antiincrustantes, catalizadores, agentes anticorrosivos, lodos de perforación, baterías de alta temperatura, fungicidas, conservantes de madera, terminaciones de metales y electrogalvanización (USPHS 1997, Alloway 1990, Greenwood and Earnshaw 1984).

Los estados de oxidación del cromo, estabilidad y toxicidad

Es importante anotar que, mientras el cromo (III) constituye un microelemento esencial en los animales, el cromo (VI) es no esencial y tóxico en concentraciones bajas. Por lo tanto, debido a que los procesos de oxidación pueden resultar en la formación de cromo (VI), las actividades antropogénicas que liberan cromo (III) son tan problemáticas como las que emiten cromo (VI). Aun cuando se libera cromo (III) al ambiente, no existe garantía alguna de que el cromo permanezca en ese estado químico. Por ejemplo, la práctica de depositar en rellenos sanitarios desechos con contenido de cromo (III) provenientes de curtiembres junto con otros desechos industriales ácidos o con lodos cloacales, que pueden crear condiciones ácidas al descomponerse, puede transformar por oxidación el cromo (III) en cromo (VI). (Mukherjee 1998, Outridge and Sheuhammer 1993, UNEP 1991, Richard and Bourg 1991).

Los lectores podrán encontrar mayor información toxicológica en:

<http://www.sertox.com.ar>

TOXICIDAD DEL CROMO

El cromo (III) constituye un nutriente esencial menor, necesario para el metabolismo de la glucosa, las proteínas y las grasas en los mamíferos. Las señales de deficiencia en el ser humano incluyen la pérdida de peso y la reducción de la capacidad del organismo para extraer la glucosa de la sangre (USPHS 1997, Goyer 1996). No se sabe con certeza cuál es la cantidad mínima de cromo (III) necesaria por día para mantener un estado óptimo de salud pero se estima que una ingestión de entre 50 y 200 ug/día es suficiente y no presenta riesgos. Sin embargo, si bien se trata de un nutriente esencial, en dosis muy elevadas puede ser nocivo (USPHS 1997).

El cromo (VI) es no esencial y es tóxico. Sus compuestos son corrosivos y la exposición a ellos provoca, independientemente de la dosis, rápidas reacciones alérgicas en la piel. La exposición a corto plazo a altos niveles puede producir úlceras en la piel expuesta, perforaciones de las superficies respiratorias e irritación del conducto gastrointestinal. También se han observado lesiones renales y hepáticas (USPHS 1997). Asimismo, la International Agency for Research on Cancer (IARC) ha clasificado los compuestos de cromo (VI) como carcinógenos identificados (1998).



Mina subterránea de cromo Las Mercedes en Moa, Holguín. Cuba

La exposición a largo plazo en el ámbito laboral a niveles atmosféricos de cromo más elevados que los niveles del medio ambiente natural ha sido vinculada con el cáncer de pulmón. El grupo de mayor riesgo incluye a las personas que trabajan en la industria de producción de cromatos y en la manufactura y utilización de pigmentos de cromo. Asimismo, podrían existir riesgos similares entre los trabajadores de las minas de cromo, de industrias de aleación y galvanización de cromo, y soldadura de acero inoxidable (Kimbrough 1999, USPHS 1998). La toxicología acuática del cromo también depende de la evolución de las especies. El cromo (III) tiene una disponibilidad biológica y una toxicidad muy inferior a la del cromo (VI). Eso se ha observado en bálanos, *Balanus* sp., y en el poliqueto *Neanthes arenaceodentata*. Los experimentos demostraron que la progenie del *Neanthes arenaceodentata* se ve reducida en números ante la exposición a 39 ug/l de cromo (VI) diluido (Bryan and Langston 1992).

Limites permitidos de cromo en diferentes medios

Normas para el agua potable (por ejemplo las dictadas por el Bureau de Normas de la India (1995), la OMS (1993) y la USEPA - USPHS 1997), establecen un límite recomendada de 50 ug/L. Para el suelo, por ejemplo el Departamento del Medio Ambiente del Reino Unido (ICRCL) clasifica el nivel de 0-100 mg/kg como típico del medio no contaminado. Todo nivel que lo supere indica contaminación y, por lo tanto, determina restricciones con respecto a los usos agrícolas y recreativos (Alloway 1990). En cuanto a los niveles permisibles en el caso de los lodos cloacales, las concentraciones aceptables de cromo varían entre los 200 y los 1200 mg/kg. Sin embargo, las concentraciones resultantes en el suelo no deben exceder los 150 mg/kg (Alloway 1990).

DAÑOS OCASIONADOS POR EXPLOSIONES

La producción de un estallido puede ocasionar daños a los edificios, romper ventanas y arrojar materiales a centenas de metros de distancia.

Las lesiones provocadas a los individuos que se encuentran en el sitio o cercanos al lugar en donde ocurren, resultan en primer lugar de la acción de las ondas de choque, pero también de los derrumbes, y la lluvia de proyectiles y vidrios rotos que causan muertes y heridas graves. Los efectos de las ondas de choque dependerán de la sobrepresión que alcancen los materiales explosivos (sobrepresiones mayores a 1 lb/pulg² (psi) ocasionan comúnmente la muerte, de 0.5 psi el rompimiento de ventanas, de 20 psi colapsamiento de paredes y 30 psi, derrumbe de estructuras). Este efecto se reduce a medida que aumenta la distancia de la fuente generadora.

Tipo de explosiones:

Las explosiones pueden ser de dos tipos: deflagraciones, cuando la velocidad de combustión es relativamente lenta (del orden de 1 m/seg), o detonaciones, en las que la velocidad de la llama es extremadamente elevada (por ejemplo 2 a 3 x 10³ m/seg); siendo el poder destructivo de las detonaciones mucho mayor que el de las deflagraciones.

PREVENCIÓN DE ACCIDENTES EN CENTROS DE ENSEÑANZA Y DE INVESTIGACIÓN

Los centros de enseñanza e investigación también son susceptibles de sufrir accidentes, por tal motivo es necesario que se formen en dichos centros Comités de Seguridad o similares para prevenir la ocurrencia de derrames, incendios, explosiones, u otras contingencias, cuyas consecuencias pueden ocasionar el deterioro de la salud, pérdidas materiales o interrupciones en las actividades propias de las instituciones involucradas, como el accidente ocurrido en la ENSCMU, Alsacia, Francia. (Ver información).

ACCIDENTE EN EL INSTITUTO DE QUÍMICA ENSCMU. MULHOUSE. FRANCIA.

El Instituto de Química Escuela Nacional Superior de Química de Mulhouse (ENSCMU) fue fundado en 1822 y es considerada como la escuela más antigua de Química en Francia, inicialmente los temas investigados en dicha institución fueron los colorantes para la industria textil, pero en la actualidad cubre todos los campos de la Química moderna.

El accidente

El 24 de marzo del presente año, se produjo una fuerte explosión que trajo como consecuencia la pérdida de una vida, una estudiante herida de gravedad y cerca de 150 heridos leves; así como, daños materiales de consideración.



Bomberos ingresando a las instalaciones buscando heridos (Foto: Reuters)

Una fuga producida desde un balón de etileno podría estar en el origen de la explosión que se produjo en la Escuela Nacional Superior de Química de Mulhouse, al noreste de París, y que causó la muerte de un profesor investigador, Dominique Burget, de 41 años, y dejó herida gravemente a una estudiante, de 18 años, asistente de investigación.

La fuga de etileno es la principal hipótesis que barajan los investigadores al haber encontrado un balón en el punto central de la deflagración, lo cual fue anunciado por el fiscal del caso, Régis Delorme, que presentó un informe preliminar ante la prensa junto al presidente de la Universidad Haute de Alsacia, Guy Schultz, y al director de la Escuela, Serge Neunlis. Nadie estaba en la sala en la que se encontraba el referido balón, que quedó intacto, pero los investigadores del caso recordaron que el etileno es un gas muy explosivo al mezclarse con el aire. En la actualidad las investigaciones continúan con la finalidad de encontrar la verdadera causa de la explosión y prevenir futuros accidentes en instituciones similares (Fuente: Reuters).

CURSO: GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS INDUSTRIALES 11-12-13 DE JULIO

Auditorio Gastón Pons Muzzo. Facultad de Química e Ingeniería. UNMSM. Ciudad Universitaria.

En el próximo número:

Residuos peligrosos. Envases de plaguicidas: ¿Qué hacer?
Plomo. Aplicaciones. Toxicidad.

CONSULTAS Y SUGERENCIAS:

Dirigirse al Ing. Jorge Loayza (Oficina N° 222).
Facultad de Química e Ingeniería Química. Pabellón de Química.
Ciudad Universitaria. UNMSM. Lima. Perú. Correos electrónicos:

jeloayzap@yahoo.es / jloayzap@unmsm.edu.pe

Se autoriza la reproducción y difusión del material presentado, citando la fuente. (4)