



BOLETÍN ELECTRÓNICO INFORMATIVO SOBRE PRODUCTOS Y RESIDUOS QUÍMICOS

Año 3 N° 25, Mayo, 2007

Editor: Ing. Jorge Eduardo Loayza Pérez
FQIQ. UNMSM. Lima. Perú

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

GESTIÓN DE PLAGUICIDAS OBSOLETOS

La gestión ambientalmente adecuada de una existencia de plaguicidas obsoletos puede agruparse en tres etapas, luego de su identificación e inventario inicial (estimación del volumen, tipo de producto y condiciones de depósito):

1. Caracterización y clasificación de los residuos, el reempaque y su acondicionamiento en un depósito transitorio seguro (centro de acopio).
2. Transporte de los residuos para su disposición final y su eliminación.
3. Estudio del sitio donde estaban depositados los residuos, evaluando el riesgo ecológico y para la salud.

De acuerdo a los resultados de la evaluación, se ejecutan las medidas de remediación necesarias y se rehabilita el sitio.

¿A QUÉ SE DENOMINA UN SITIO CONTAMINADO POR PLAGUICIDAS OBSOLETOS?

Un sitio contaminado por plaguicidas obsoletos es un área donde se depositaron, enterraron o vertieron plaguicidas obsoletos en forma planificada o accidental, provocando un aumento de la concentración en el suelo o en el agua subterránea de alguna de las sustancias componentes de la formulación, o de sus productos de degradación.

FUENTE: Salvarrey Ana, Gristo Pablo. Capacidades y casos relevantes en la gestión de plaguicidas obsoletos y sitios contaminados en América latina y el Caribe. Centro Coordinador del Convenio de Basilea para América latina y el Caribe. Montevideo, Uruguay. Mayo.2005

PLAGUICIDAS OBSOLETOS: ¿QUÉ HACER?

Nota del Editor: El lector no debe olvidar que la mejor forma de prevenir la generación de plaguicidas obsoletos, consiste en analizar si es estrictamente necesario el uso de plaguicidas o si existen otras alternativas al uso de estos productos, como el manejo integrado de plagas. En diversos números de este Boletín se están difundiendo opciones para la gestión de plaguicidas obsoletos en particular y desechos de plaguicidas en general; es decir, qué hacer cuando el plaguicida ya se transformó en un residuo.

CO-PROCESAMIENTO EN HORNOS DE PLANTAS DE CEMENTO DE RESIDUOS CONTAMINADOS CON PLAGUICIDAS (PLÁSTICOS, SUELOS Y LODOS)

Una de las principales dificultades encontradas en los países de América Latina y el Caribe para la gestión de plaguicidas obsoletos, es la falta de capacidad instalada para su destrucción. Si bien existen diversas alternativas tecnológicas, es importante tener en cuenta que no existe una tecnología "universal" aplicable a todos los productos, debido a las limitaciones de la propia tecnología o a las propiedades del plaguicida específico que se requiera gestionar. La mayoría de tecnologías disponibles son complejas y costosas, mientras que otras son emergentes (se encuentran en desarrollo y no han sido probadas para muchas sustancias químicas). Además se tiene la percepción social negativa hacia determinadas tecnologías destructivas como la incineración, que en muchos casos dificultan su elección frente a otras opciones.



Foto N° 1 Plaguicidas obsoletos (Fuente: www.fao.org)

La práctica más corriente en los países de la región ha sido la exportación de residuos de plaguicidas (plaguicidas obsoletos) hacia Europa, Canadá o los Estados Unidos, para su disposición final, lo que representa un aumento de los costos de eliminación, que en la mayoría de los casos no es posible asumir y retrasa la solución del problema. Es importante anotar que en algunos países de la región existe la capacidad para incinerarlos.

LA ELIMINACIÓN DE PLAGUICIDAS PODRÍA COSTAR MÁS DE 500 MILLONES DE DÓLARES

Eliminar las más 100 mil toneladas que se calcula que existen de plaguicidas obsoletos en los países en desarrollo podría costar más de 500 millones de dólares. Sólo en África, la eliminación de estas sustancias se estima que costará más de 100 millones de dólares.

Según la FAO, los países donantes, las organizaciones de asistencia, las empresas agroquímicas y los países receptores son responsables en conjunto de la acumulación constante de plaguicidas obsoletos en los países en desarrollo. "Por lo tanto, se considera que existe una responsabilidad internacional de ayudar a los países receptores a resolver este problema. Se requieren soluciones internacionales y un esfuerzo concertado, cooperación y compromiso". La FAO hizo hincapié en que se debe buscar la ayuda económica de la industria química.

La mejor manera de eliminar plaguicidas consiste en el proceso de incineración a altas temperaturas, explica la FAO. Los residuos peligrosos se deberían enviar a un incinerador especial para residuos, de algún país industrializado, ya que ningún país en desarrollo -salvo algunos recientemente industrializados- tiene instalaciones para eliminar plaguicidas con seguridad y respetando el medio ambiente.

En Yemen se han eliminado desde 1996, 260 toneladas de plaguicidas obsoletos, limpiándose los lugares donde estaban guardados y éstos se enviaron al Reino Unido para su incinerarlos. En Zambia, casi 350 toneladas de residuos tóxicos se van a eliminar en colaboración con el Organismo Alemán de Cooperación Técnica. Además, está en proceso de elaboración un plan de acción para limitar y eliminar las reservas de plaguicidas en África y el Cercano Oriente, con participación del gobierno holandés.

La solución a largo plazo de los problemas de eliminación de plaguicidas obsoletos consiste en evitar que se acumulen.

Fuente: www.fao.org

CARACTERÍSTICAS DEL CO-PROCESAMIENTO

La incineración de residuos en hornos de cemento se denomina **co-procesamiento** debido a que se utiliza la misma unidad de producción de clinker (producto intermedio en la producción de cemento) para la combustión de residuos. La industria de cemento esta ampliamente distribuida en todo el mundo. Es una industria de alto consumo energético en la que se utilizan varios tipos de combustibles tradicionales, siendo común el uso ciertas fracciones de residuo como combustibles alternativos. El clinker es producido en un horno rotatorio a través de la calcinación de una mezcla de minerales (compuesta básicamente por carbonato de calcio, óxido de silicio, óxido de aluminio y óxido de hierro) a la temperatura de 1450 °C. Para este proceso es necesario que los gases de combustión alcancen temperaturas del orden de 1650° C, manteniéndose por encima de 1100° C por un periodo de 2 a 5 segundos. Se tienen dos procesos: los de vía húmeda y los de vía seca. En los primeros la materia prima es mezclada con agua ingresando con un porcentaje de humedad entre 30 y 35 %, y en los de vía seca se alimenta la materia prima seca previo a su molienda y homogenización, esta última tecnología disminuye sustancialmente el consumo energético. Adicionalmente se debe tener en cuenta que la emisión potencial de dioxinas y furanos es mucho menor en los de vía seca por lo cual seria de la opción ambientalmente mas adecuada. Las características del proceso hacen que esta tecnología sea viable para el tratamiento de residuos ya que cumple con los requisitos de temperatura, turbulencia y tiempo de residencia para la incineración de residuos peligrosos; la presencia del clinker de características alcalinas, permitiría retener una serie de contaminantes en el producto.



Foto N° 2 Horno rotatorio para obtener clinker
(www.machineryandequipment.com)

Si bien las condiciones técnicas de un horno de clinker pueden considerarse adecuadas para el tratamiento de residuos peligrosos, hay que tener en cuenta que las plantas cementeras no fueron diseñadas para el tratamiento de residuos, sino para la producción de cemento. Por tal razón, se requieren una serie de transformaciones a nivel de la planta, entre las que se destacan: el acondicionamiento de las instalaciones para la recepción de los residuos incluido el control de calidad de los mismos, la incorporación de sistemas de alimentación de residuos al horno, la instalación de sistemas de control de emisiones acordes con la incineración de residuos peligrosos y el entrenamiento del personal. Respecto al tipo y cantidad de los residuos que pueden ingresar al horno existen restricciones basadas en la calidad del cemento, deterioro de elementos del horno o inestabilidad del proceso productivo. Otro factor importante a tener en cuenta es la resistencia que esta alternativa, al igual que la incineración en unidades especializadas, puede tener a nivel de la sociedad civil organizada, lo que puede llevar a que los empresarios desestimen la posibilidad de co-procesar desechos peligrosos.

Fuente: Martínez Javier, Guía Práctica sobre la Gestión Ambientalmente Adecuada de Plaguicidas Obsoletos en los Países de América Latina y el Caribe. Centro Coordinador del Convenio de Basilea para América Latina y el Caribe. Montevideo. Uruguay. Noviembre. 2004.

ASPECTOS CINÉTICOS DEL BLANQUEO CON OZONO

Roncero, M. Blanca, Colom José F. Vidal Teresa (tvidal@etp.upc.es) (*)

El ozono es uno de los agentes de blanqueo más recientes aplicados industrialmente. Posee un elevado poder oxidante, de manera que reacciona fácilmente con la lignina presente en la pasta, pero también tiende a reaccionar con los hidratos de carbono causando una reducción en la viscosidad de la pasta y en las propiedades fisicomecánicas del papel. Para la resolución de este problema y durante los últimos años han sido propuestas diferentes opciones, entre ellas la utilización de aditivos.

En un reciente estudio se ha encontrado que el ácido oxálico es uno de los mejores aditivos para el blanqueo con ozono (Z) ya que incrementa la selectividad de este estadio. Existe una amplia bibliografía de estudios cinéticos de las etapas de blanqueo con dióxido de cloro, con oxígeno y con peróxido de hidrógeno. Sin embargo, la información sobre la cinética del blanqueo con ozono es escasa y además está realizada con modelos de compuestos de lignina y celulosa. Chapman et al. (1997,1998) realizaron estudios de cinética de la etapa Z sobre pasta pero a alta consistencia. En el presente trabajo se estudia el efecto del ácido oxálico en la cinética del blanqueo con ozono realizado a baja consistencia (0,5% s.p.s.) y en pasta de eucalipto, con el objetivo de obtener las expresiones cinéticas que gobiernan dicho estadio. Los valores de selectividad calculados demuestran la efectividad de la adición de ácido oxálico en el blanqueo con ozono. Puesto que todos los ensayos han sido realizados a pH 2,5, no se puede atribuir el efecto beneficioso del oxálico al hecho de que sea un ácido. Este efecto adicional del oxálico podría ser debido a: 1) una disminución de la accesibilidad de la celulosa debido a un menor hinchamiento de la misma, 2) el efecto quelante del ácido oxálico, 3) un efecto catalizador de las reacciones de deslignificación y un efecto protector de la dedegradación de la celulosa.

(*) Congreso Iberoamericano de Investigación en Celulosa y Papel, Argentina. (2000)

INGENIERÍA QUÍMICA SOSTENIBLE

BLANQUEO DE PULPA PAPELERA CON OZONO

La industria papelera ha sido muchas veces motivo de controversias y ha aparecido como el objetivo de muchas acciones ecologistas. Esta presión ejercida tanto por la sociedad como por las nuevas legislaciones ambientales ha supuesto cambios importantes en este sector industrial.

Con respecto a las innovaciones realizadas por la industria papelera, la planta de blanqueo de pasta ha sido la que más modificaciones ha llevado a cabo, ya que es la etapa del proceso de la obtención de pasta (pulpa) y papel, que mayor contaminación provoca. En la década de los setenta, la industria papelera aceptó el efecto negativo que el uso del cloro como agente de blanqueo tiene en el ambiente, y los esfuerzos se centraron en la reducción del volumen de los efluentes generados en las etapas oxidantes o en su eliminación total, mediante su reciclado hacia la caldera de recuperación. Estos intentos resultaron fallidos por los efectos corrosivos que el cloro presenta sobre los equipos de proceso. La presión ambiental ejercida para disminuir o eliminar la formación de compuestos organoclorados durante los procesos de blanqueo, ha conducido a una sustitución parcial o total del cloro por el dióxido de cloro, a un mayor uso de deslignificación con oxígeno o a un mayor consumo de peróxido de hidrógeno, dando lugar a la aparición de nuevos productos en el mercado tales como las pastas ECF (Elemental Chlorine Free) y las pastas TCF (Totally Chlorine Free). Actualmente la producción mundial de pasta TCF va en un progresivo aumento.



Foto N° 3 Papel blanqueado con nuevas tecnologías

Las plantas de blanqueo TCF no utilizan productos químicos derivados del cloro, eliminando así el cloro y en consecuencia las cloro dioxinas y furanos y compuestos organoclorados. Un beneficio adicional de los procesos TCF es el alto potencial para la reutilización completa de los filtrados de la planta de blanqueo en el ciclo de recuperación.

La eliminación del cloro o derivados requiere la utilización de otros agentes de blanqueo, como el oxígeno y el peróxido de hidrógeno. Pero la combinación de sólo estos dos agentes no es suficiente para obtener la misma eficiencia de cloración. La utilización del ozono parece ser una buena opción y junto con el blanqueo biológico, mediante el empleo de xilanasas como pretratamiento de un proceso de blanqueo, son nuevas tecnologías que están avanzando rápidamente.

Fuente: Roncero Vivero, María Blanca, *Obtención de una secuencia "TCF" con la aplicación de ozono y enzimas, para el blanqueo de pastas madereras y de origen agrícola. Optimización de la etapa Z. Análisis de los efectos en la fibra celulósica y sus componentes.* Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Cataluña. Terrassa. 2001.

COMPOSICIÓN DEL AGUA DE MAR

Se puede considerar a los océanos como una enorme disolución acuosa extremadamente compleja. Hay alrededor de $1,35 \times 10^{21}$ L de agua en los océanos, de la cual 3,5% (en masa) está constituida por material disuelto. En la tabla adjunta se muestra la concentración de siete sustancias que juntas representan más de 99% de los constituyentes disueltos en el agua de los océanos.

Tabla N° 1

Iones	g/kg de agua de mar
C ⁻	19,35
Na ⁺	10,76
SO ₄ ²⁻	2,71
Mg ²⁺	1,29
Ca ²⁺	0,41
K ⁺	0,39
HCO ₃ ⁻	0,14

DESALINIZACIÓN DEL AGUA DE MAR POR CONGELACIÓN

La congelación como una opción para la desalinización del agua de mar, se basa en el hecho de que cuando se congela una disolución acuosa (en este caso agua de mar), el sólido que se separa de la disolución es agua casi pura. De esta forma los cristales de hielo obtenidos podrían decantarse y derretirse para producir agua dulce. La principal ventaja de la congelación, comparada con la destilación, es el bajo consumo de energía. El calor de evaporación del agua es 40,79 kJ/mol, mientras que el calor de fusión es de sólo 6,01 kJ/mol. Las principales desventajas de la congelación se relacionan con el lento crecimiento de los cristales de hielo y con la eliminación de los depósitos salidos resultantes de aplicar esta tecnología.

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

**En el Boletín N° 26 (Junio):
Medidas de prevención para la
generación de plaguicidas obsoletos.
Cadmio (Toxicidad). Fotocatálisis para la
depuración de aguas residuales.**

DESALINIZACIÓN DEL AGUA DE MAR

El agua es el componente fundamental de los organismos vivos, es el principal regulador del clima, purifica el aire arrastrando los residuos a través de las lluvias y la escorrentía, y es base y sustento de sistemas vitales tales como lagos, ríos, ciénagas, mares y océanos.

Aunque existen diversas estimaciones a cerca de la cantidad de agua que existe en nuestro planeta, la mayor parte de ellas indica que en la Tierra se cuenta con 1386 millones de km³ de agua, pero menos del 3% es agua dulce o apta para el consumo humano. La diferencia (más del 97%) es agua salada, presente en los mares y océanos. De lo indicado, se puede observar que en realidad no hay escasez de agua en el planeta, pero si se tiene cada vez menor disponibilidad de agua dulce, por lo tanto, el término escasez, actualmente muy utilizado, se refiere específicamente al agua dulce.

Con la finalidad de aumentar la cantidad de agua dulce es necesario aplicar métodos creativos ya sea para tratar las aguas residuales o desalinizar el agua de mar, que es definitivamente la más abundante, sobre todo en áreas costeras.

La destilación es el método más antiguo de desalinización. El proceso implica la evaporación del agua de mar y la condensación del agua pura. La mayoría de los sistemas de destilación utilizan la energía calorífica. Una opción para reducir los costos de esta tecnología, consiste en el aprovechamiento de las radiaciones solares. Actualmente se encuentran en operación sistemas que operan en pequeña escala, pero se están investigando los "alambiques solares" para trabajar en escalas mayores.

La desalinización por ósmosis inversa no implica un cambio de fase y es económicamente más conveniente. La ósmosis inversa utiliza alta presión para forzar el paso del agua de una disolución concentrada a una menos concentrada a través de una membrana semipermeable. La presión osmótica del agua de mar es aproximadamente de 30 atm. Si se aumenta la presión de la disolución salina a más de 30 atm, la membrana semipermeable permitirá el paso de las moléculas de agua pero no la de los iones disueltos.

A la fecha se han desarrollado tecnologías como la destilación y la ósmosis inversa, pero el reto es conseguir la desalinización a un costo socialmente aceptable.



Foto N° 4 Sistema Becox de ósmosis inversa (www.quimicauniversal.com)

Fuente: Chang R. Química. Editorial McGraw-Hill. Sexta Edición. México. 1999.
Boletín Electrónico ECOMUNDO N° 17 (marianoaloyza_s@yahoo.com)

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