



BOLETÍN ELECTRÓNICO INFORMATIVO SOBRE PRODUCTOS Y RESIDUOS QUÍMICOS

Año 4 N° 37, Mayo, 2008

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

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

TRAZAS DE METALES EN ALIMENTOS Por Enedina Lucas Viñuela*

Los alimentos están relacionados con los tres componentes primarios del ambiente: aire, agua y suelo, y desde ellos puede ocurrir su contaminación. El hombre se encuentra al final de muchas cadenas alimentarias, por lo que termina expuesto a concentraciones elevadas de agentes potencialmente tóxicos, debido al proceso de bioacumulación. Algunos elementos químicos, como cadmio, cromo, cobalto, cobre, plomo, mercurio, níquel, plata y uranio, se encuentran repartidos en pequeñas cantidades por todas partes. Algunos compuestos de estos metales pueden sufrir acumulación en la cadena trófica, lo que origina que, a pesar de encontrarse en dosis muy bajas en el ambiente, pueden llegar a concentrarse en plantas o animales, hasta llegar a provocar daños en la salud.

Muchos de estos elementos son micronutrientes necesarios para la vida de los seres vivos y deben ser absorbidos por las raíces de las plantas o formar parte de la dieta de los animales. Pero cuando por motivos naturales o por la acción del hombre se acumulan en los suelos, las aguas o los seres vivos en concentraciones altas, se convierten en tóxicos. Los niveles excesivos de metales trazas que los hacen disponibles en la biosfera se deben a fenómenos geológicos normales o a actividades antropogénicas como: extracción de minerales, combustiones, emisiones industriales, actividades agrícolas, entre otras.



Foto N° 1 Los cultivos absorben también los contaminantes atmosféricos

(*) Consultora Internacional de la FAO (Chile)
Fuente: www.rii.fao.org
(Fecha de consulta: 20-05-08)

METALES PESADOS EN LOS CULTIVOS

Los metales pesados pueden ser absorbidos por las plantas dependiendo de su disponibilidad en el suelo y de los mecanismos de selectividad propios de cada especie, variedad o genotipo.



Foto N° 2 Efecto de los metales pesados en las hojas

Fuente: www.ipna.csic.es

Algunos metales pesados constituyen elementos esenciales en el metabolismo de las plantas, como por ejemplo, el manganeso (Mn), níquel (Ni), cobre (Cu), cinc (Zn) o molibdeno (Mo); mientras que otros, como el arsénico (As), cadmio (Cd), mercurio (Hg) y plomo (Pb) son fitotóxicos.

Los metales pesados se pueden acumular en distintos órganos según su movilidad en la planta, este proceso es altamente específico para la relación metal-planta. El grupo de metales pesados de mayor riesgo lo constituyen el grupo de metales cuya concentración en la planta no es tóxica para ellas, pero sí para el hombre o para los animales, como por ejemplo, el cadmio (Cd), cobalto (Co) y selenio (Se). Por tal motivo, es necesario regular en los cultivos el contenido de metales potencialmente tóxicos para la salud humana y/o animal.

MECANISMOS PARA LA ABSORCIÓN Y TRASLOCACIÓN DE METALES PESADOS EN LAS PLANTAS

Las plantas han desarrollado mecanismos específicos para absorber, trasladar y acumular nutrientes (Lasat, 2000); sin embargo, algunos metales y metaloides no esenciales para los vegetales son absorbidos, trasladados y acumulados en la planta debido a que presentan un comportamiento electroquímico similar a los elementos nutritivos requeridos.

Mecanismo I. - La absorción de metales pesados por las plantas es generalmente el primer paso de su entrada en la cadena alimentaria. La absorción y posterior acumulación dependen de:

(Continúa en la Página 2)

TOXICIDAD DE LOS METALES SEGÚN EL NIVEL DE DOSIS Y EL TIEMPO DE EXPOSICIÓN

Exposición aguda: A través de agua de consumo humano, alimentos o exposición ocupacional, presentando: síndrome gastrointestinal agudo, disfunción renal, neurotoxicidad.

Exposición prolongada: A través de agua de consumo humano, por vía aérea o por contacto con suelos contaminados. Desarrollo de distintos tipos de cáncer; hiperqueratosis, hiper e hipopigmentación de la piel en el caso particular del arsénico; inflamación crónica de las vías respiratorias; insuficiencia renal; dermatitis; síntomas neurológicos; daño reproductivo: fetotoxicidad, teratogenicidad, aborto espontáneo.

TIPOS DE METALES EN FUNCIÓN AL DAÑO QUE CAUSAN

Metales carcinogénicos: arsénico, cadmio, cromo, manganeso, mercurio, plomo, talio.

Metales que causan daño reproductivo: mercurio, plomo, arsénico, cobre, selenio, cadmio, níquel, litio.

RIESGO PARA LA SALUD HUMANA

Efectos tóxicos no carcinogénicos. Existe un nivel de dosis umbral por debajo del cual no se observan efectos adversos. Estudios epidemiológicos en humanos son de gran utilidad, aunque pocas veces puede contarse con ellos.

Efectos tóxicos carcinogénicos. Las curvas dosis-respuesta no poseen umbral, aún a valores muy bajos de dosis existe la posibilidad de contraer cáncer por exposición a sustancias cancerígenas.

CASO: CADMIO (Cd)

Se estima que la absorción media de cadmio en el tracto gastrointestinal del hombre es de alrededor de un 5% del total ingerido, sin embargo, puede variar influida por algunos factores nutricionales y fisiopatológicos. Así, en personas con bajas reservas de hierro o con problemas de eliminación fecal, la proporción de cadmio absorbido es mayor.

Por otra parte, se ha observado en animales que una dieta baja en calcio y proteína aumenta la absorción intestinal de cadmio.

Un síntoma típico de intoxicación crónica es la excreción de β -microglobulina en la orina debido a la disfunción renal. También puede producir deformaciones óseas.

Fuente: Enedina Lucas Viñuela, Características generales de los elementos trazas evaluación según Codex Alimentarius www.rlc.fao.org (Fecha de consulta: 20-05-08)

- (1) el movimiento de los metales desde la solución del suelo a la raíz de la planta,
- (2) el paso de los metales por las membranas de las células corticales de la raíz,
- (3) el transporte de los metales desde las células corticales al xilema desde donde la solución con metales se transporta de la raíz a los tallos, y
- (4) el posible movilización desde los metales desde las hojas hacia los tejidos de almacenamiento usados como alimento (semilla, tubérculos y frutos) por el floema.

Después de la absorción por los vegetales los metales están disponibles para los herbívoros y humanos directamente o a través de la cadena alimentaria (John y Leventhal, 1995) .

Mecanismo II.- La absorción foliar es otro mecanismo de ingreso de sustancias potencialmente tóxicas a las plantas, como los metales pesados. La disponibilidad a través de las hojas de algunos elementos traza provenientes de fuentes aéreas puede tener un impacto significativo en la contaminación de las plantas y también es de particular importancia en la aplicación de fertilizantes foliares (Kabata-Pendias, 2000). La absorción foliar es mediada por una fase de penetración cuticular y un mecanismo de carácter metabólico que considera la acumulación de los elementos contra la gradiente de concentración.

Las especies vegetales incluyendo algunos cultivos, tienen la capacidad de acumular metales en sus tejidos. Las plantas capaces de absorber y acumular metales por sobre lo establecido como normal para otras especies en los mismos suelos se llaman hiperacumuladoras y se encuentran principalmente en suelos que son ricos en metales por condiciones geoquímicas naturales o contaminación antropogénica. Las plantas hiperacumuladoras generalmente tienen poca biomasa debido a que ellas utilizan más energía en los mecanismos necesarios para adaptarse a las altas concentraciones de metales en sus tejidos (Kabata-Pendias, 2000).

La capacidad de las plantas para bioacumular metales y otros posibles contaminantes varía según la especie vegetal y la naturaleza de los contaminantes.

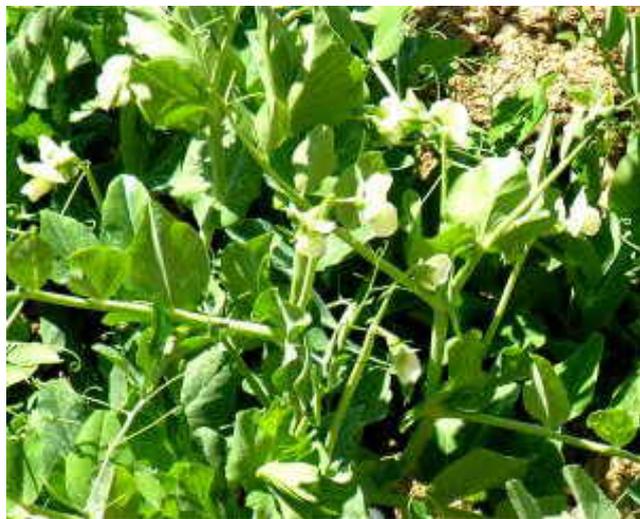


Foto N° 3 Arveja (pisum sativum)

Por ejemplo, los tallos de arveja (pisum sativum) acumulan más cadmio que plomo en suelos tratados con dosis crecientes de metales. Estas diferencias en la absorción de metales puede ser atribuida a la capacidad de retención del metal por el suelo y a la intersección planta-raíz-metal (Naidu et al. 2003). Pero es importante anotar que el comportamiento de la planta frente a los metales pesados depende de cada metal.

Fuente: www2.sag.gob.cl/biblioteca_digital/documentos/
(Fecha de consulta: 12-05-08)

SOFTWARE ESPECIALIZADO

BREEZE

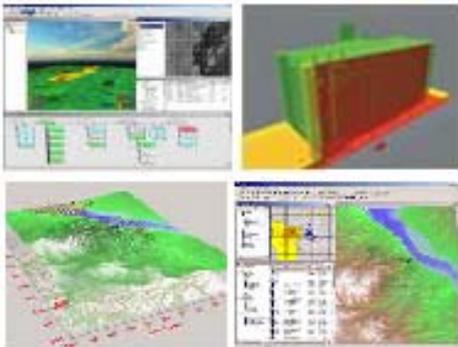
BREEZE es un software utilizado para el modelamiento de dispersión atmosférica (aire), usado por profesionales en medio ambiente en todo el mundo.

El software de BREEZE es usado para analizar los efectos de la contaminación de aire causado por emisiones y explosiones, es fácil de aprender, es intuitivo porque esta basado en estándares Microsoft®, con interfaz gráfico de usuario, y características estándar como barra de herramientas, vistas, menús, comandos, y cuadros de dialogo.

BREEZE HAZ Professional

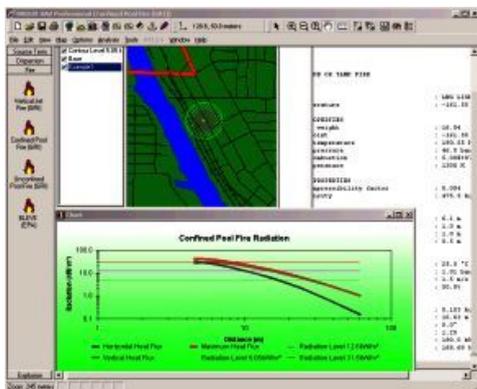
Para el modelamiento de emisiones químicas (toxico e inflamables) y explosiones.

HAZ Professional contiene código fuente de modelamiento llamado EXPERT, con cuatro modelos de dispersión, cuatro modelos de simulación de fuego, y cuatro modelos para modelamiento de explosiones.



Contiene los Módulos:

DEGADIS, SLAB, AFTOX, INPUFF, EXPERT. Incluyen modelamientos de explosiones en 2D (TNT - Trinitrotolueno, TNO - multi energético), Baker-Strehlow para predicción de explosiones por vapor.



(Continúa en la página 4)

MODELOS DE DISPERSIÓN PARA EMISIONES ACCIDENTALES

En el análisis de la estimación de las consecuencias de las emisiones accidentales a la atmósfera de contaminantes procedentes de actividades industriales, uno de los aspectos clave a considerar es su dispersión en el medio ambiente.

La densidad es Una de las características principales que condiciona la evolución de un gas/vapor en la atmósfera, distinguiéndose tres posibilidades:

- Gases ligeros (densidad inferior a la del aire).
- Gases pasivos o neutros (densidad similar a la del aire).
- Gases pesados (densidad mayor que la del aire).

En la mayoría de los casos, no se puede considerar el comportamiento puro de gas ligero, neutro o pesado, ya que los factores que influyen en él son múltiples y variables en el tiempo y una mezcla gas/aire puede evolucionar como un gas pesado sin serlo debido al:

- Peso molecular del gas.
- Temperatura del gas.
- Temperatura y humedad del aire ambiental.
- Presencia de gotas líquidas arrastradas en la emisión.
- Reacciones químicas en la nube, otros.

Otra característica es la duración del escape, que puede dar lugar a:

- Escapes instantáneos formando una bocanada ("puff").
- Escapes continuos sin depender del tiempo, formando un penacho ("plume").
- Escapes continuos dependiendo del tiempo.

ESCAPES CONTINUOS SIN DEPENDER DEL TIEMPO, FORMANDO UN PENACHO ("PLUME")

La mayoría de los incidentes por escape de agentes químicos empiezan con una descarga de un producto peligroso desde su contenedor normal. Estos incidentes se pueden originar por orificios o roturas de recipientes de proceso, por juntas de unión en bridas, o por válvulas y venteos de emergencia, entre las causas más frecuentes.

Los escapes pueden ser en forma de gas, de líquido o en fase mixta líquido-gas. En fase líquida y mixta la aportación másica del escape es muy superior y la velocidad de evaporación determinará la cantidad aportada para la formación de la nube. Es por tal motivo que es necesario tener en cuenta la peligrosidad de escapes de gases licuados del petróleo o de cloro licuado.

ESCAPES EN FORMA DE GAS

El modelo gaussiano de fuente puntual continua supone como hipótesis de partida que las concentraciones de contaminante en cualquier punto considerado viento abajo (en la dirección del viento) están estabilizadas y no dependen del tiempo. Este modelo describe el comportamiento de los gases/vapores de fuerza ascensional neutra, dispersados en la dirección del viento y arrastrados a la misma velocidad. Respecto a los gases pesados una configuración típica de un escape a nivel del suelo se muestra en la Figura N°1.

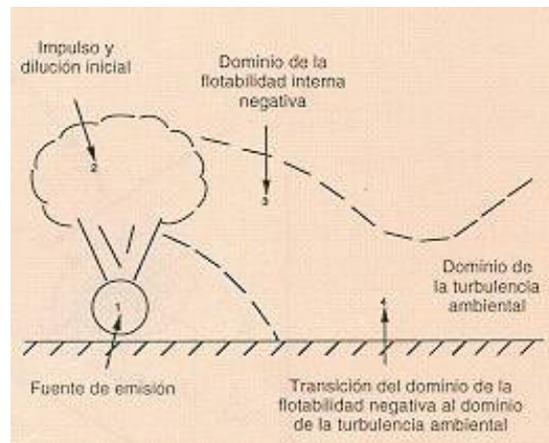


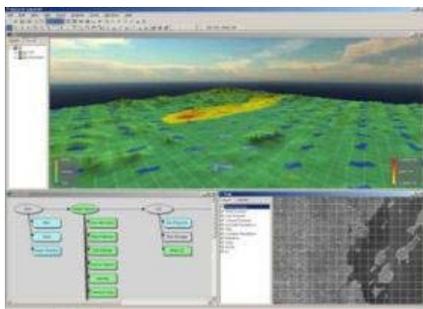
Figura N° 1 Desarrollo y dispersión de una nube de gas pesado

BREEZE AIR

Ofrece el modelamiento de la dispersión de emisiones continuas. Contiene los módulos: CALPUFF, AERMOD, AERMOD PRIME, ISCST3, ISCST3 PRIME, ROADS.

CALPUFF .- Es un modelo de dispersión multicapa y multiespecie estado no estacionario, cada uno simula los efectos del tiempo y el entorno ambiental variando las condiciones meteorológicas sobre transporte de contaminantes, transformación y remoción.

Puede usar topología en 3D empleando modelamiento CALMET o simple estación de vientos, en el formato de archivos Industrial Source Complex Short-Term version 3 (ISCST3) que opera con el modelo gaussiano.



AERMOD .- Es una nueva generación de modelamiento de calidad de aire. Es usado para evaluar el impacto de las emisiones de una gran variedad de fuentes industriales, incluye la mejora de los modelos de dispersión de AERMOD (con la infraestructura PRIME y su nueva utilidad DowWash); así como, la integración completa de ISC.

ROADS .- Predice el impacto ambiental de la calidad de aire ya sea por monóxido de carbono CO₂, dióxido de nitrógeno NO₂, material particulado PM, y otros contaminantes inertes, en base al movimiento de los vehículos a lo largo de la carretera y en las intersecciones. Se integra completamente con el manejo e Archivos de AutoCAD en DXF y de GIS, fotos aéreas satelitales o mapas de bits.

Fuente: www.qps.com.pe/www.qualitylab.com.pe

CONGRESO IBEROAMERICANO DE QUÍMICA
"75 AÑOS DE LA SQP"
XXIV CONGRESO PERUANO DE QUÍMICA
13 al 17 de Octubre – 2008 (Cusco, Perú)
Informes e inscripciones: sqperu@gmail.com

CURSO-TALLER PRE CONGRESO
Higiene y seguridad en el manejo de
sustancias y residuos químicos
Expositor: Ing. Jorge Loayza
(Cusco, 12-13 de Agosto - 2008)

Los gases pesados muestran una elevación inicial del penacho debido al impulso de salida, como sucede en todo escape, seguida de una cierta caída en curva por influencia de su densidad. Comparándolos con los gases neutros se ve que los gases pesados presentan en los momentos iniciales un comportamiento distinto, por lo cual se han desarrollado algunos modelos sofisticados. Sin embargo, al cabo de un cierto tiempo y a medida que se diluyen en el aire, las características y el comportamiento se pueden asimilar a los de un gas neutro. Si el escape de un gas pesado es de una proporción o intensidad de descarga moderadas, se puede tratar aceptablemente con el modelo gaussiano de gas neutro que es de aplicación mucho más sencilla, especialmente si lo que se quiere estudiar es lo que sucede en puntos que no sean excesivamente próximos al punto de emisión.

DESCRIPCIÓN DEL MODELO

El fundamento para el modelo de Pasquill-Gifford es una dispersión gaussiana en los ejes horizontal y vertical (Figura N° 2). La fórmula normalizada para la dispersión de una fuente puntual elevada es:

$$C = \frac{G}{2\pi\sigma_y\sigma_z u} \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{y}{\sigma_y}\right)^2\right] \left\{ \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{z-H}{\sigma_z}\right)^2\right] + \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{z+H}{\sigma_z}\right)^2\right] \right\} \quad (1)$$

siendo,

C = Concentración en el punto x, y, z (kg/m³)

G = Intensidad de la emisión (kg/s)

H = Altura de la fuente emisora sobre el nivel del suelo más la elevación del penacho (m).

σ_y, σ_z = Coeficientes de dispersión (m).

u = Velocidad del viento (m/s).

La utilización de esta fórmula está limitada a distancias entre 100 m y 10 km y es aplicable para cortos periodos de tiempo, hasta unos diez minutos, que es el tiempo promediado o tiempo de muestreo normalizado. Para periodos de tiempo superiores a diez minutos, la concentración viento abajo de la fuente de emisión es en cierta manera inferior, debido a la alteración de la dirección del viento. (Continuará en el Boletín N° 38)

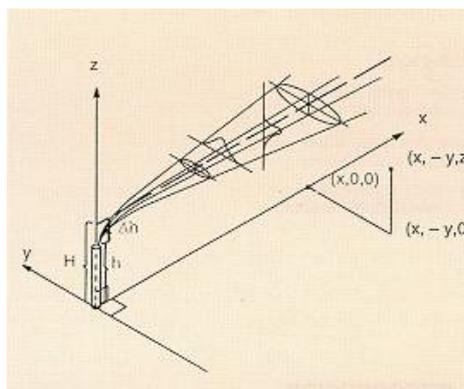


Figura N° 2 Sistema de coordenadas y geometría básica de la ecuación gaussiana del penacho

En el próximo número (Boletín N° 38)

Metales pesados en cultivos (continuación). Modelos de dispersión de contaminantes químicos para emisiones accidentales (continuación). Procesos Industriales Sostenibles.

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 las fuentes