



# BOLETÍN ELECTRÓNICO INFORMATIVO SOBRE PRODUCTOS Y RESIDUOS QUÍMICOS

Año 3 N° 21, Enero, 2007

Responsable: 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.

## CARBAMATOS (PRODUCTOS COMERCIALES)

### 1. Altamente tóxicos:

- ✓ Aldicarb (Temik)
- ✓ Oxamil (Vydate L)
- ✓ Metiocarb (Mesuro)
- ✓ Carbofurán (Furadan)
- ✓ Isolán (Primin)
- ✓ Metomil (Lannate)
- ✓ Formetanato (Carzol)
- ✓ Aminocarb (Metacil)
- ✓ Cloetocarb (Lance)
- ✓ Bendiocarb (Ficam)

### 2. Moderadamente tóxicos:

- ✓ Dioxacarb (Elocron)
- ✓ Promecarb (Carbamult)
- ✓ Bufencarb (Metalkamate)
- ✓ Propuxur (Baygon)
- ✓ Trietacarb (Landrin)
- ✓ Primicarb (Pirimor)
- ✓ Dimetán (Dimethan)
- ✓ Carbaril o Carbarilo (Sevin)
- ✓ Isoprocarb (Etrofolan)



Foto N° 1 Presentación comercial del carbaril ([www.images.orgill.com](http://www.images.orgill.com))

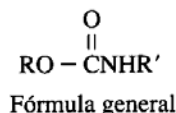
Fuente: Morgan Donald, Diagnóstico y tratamiento de los envenenamientos por plaguicidas. EPA. Cuarta Edición. 1989.

## PLAGUICIDAS: CARBAMATOS

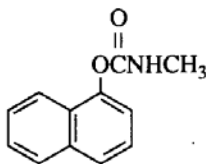
Los carbamatos están entre los plaguicidas (pesticidas) más usados en el mundo, comercializándose desde 1950.

### ESTRUCTURA QUÍMICA

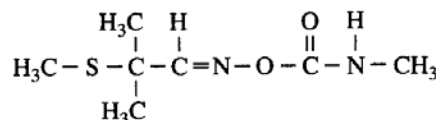
Químicamente los carbamatos son ésteres N-metil carbámicos (Ver Figura N° 1). Por ejemplo, el aldicarb es el 2-Metil-2-(metilito)propionaldehído-o-(metilcarbamoil)oxima.



#### Ejemplos:



Carbaril



Aldicarb

Figura N° 1 Ejemplo de carbamatos

Fuente: Spiro Thomas G., Stigliani William M., *Química Medioambiental*. Segunda Edición. Pearson Educación S.A. Madrid, 2004.

### MECANISMO DE ACCIÓN DE LOS CARBAMATOS

Al igual que los plaguicidas organofosforados, los carbamatos inhiben la enzima acetilcolinesterasa que hidroliza el neurotransmisor acetilcolina. Los neurotransmisores son moléculas segregadas por una célula nerviosa para activar una célula adyacente, el neurotransmisor se difunde a través del espacio entre dos células, denominado sinapsis, y se une a los receptores de la segunda célula. Existen muchos tipos de neurotransmisores, pero la acetilcolina es el único responsable de activar el motor de las células nerviosas. Una vez que la acetilcolina se une al receptor la célula nerviosa se mantiene activada hasta que la acetilcolinesterasa, presente en la sinapsis, degrada a la acetilcolina (Ver Figura N° 2). Si se inhibe la actuación de la enzima el nervio se mantiene activo en forma incontrolada, originando parálisis y muerte.

La toxicidad de los carbamatos es menor que la de los gases nerviosos pero mayor que la de los insecticidas organoclorados. Algunos de los más empleados como el Aldicarb y el Carbaril son, respectivamente, alta y medianamente tóxicos y han originado lesiones y muerte a muchos agricultores.

## SÍNTOMAS Y SIGNOS DEL ENVENENAMIENTO CON CARBAMATOS

Los compuestos N-metil carbámicos (carbamatos) se absorben por inhalación, ingestión y algunos penetran por la piel.

Los síntomas iniciales de envenenamiento que se han reportado con más frecuencia son malestar, debilidad muscular, mareo y transpiración, dolor de cabeza, salivación, náusea, vómito, dolor abdominal y diarrea. También se han descrito miosis, incoordinación y lenguaje lento.

La disnea, el broncoespasmo y la opresión en el pecho, pueden evolucionar a edema pulmonar. Algunos casos se caracterizan por visión borrosa y espasmos musculares. Las manifestaciones neurológicas severas, incluidas las convulsiones, son menos comunes que en los envenenamientos con organofosforados. La bradicardia ocurre con poca frecuencia. Los envenenamientos con insecticidas N-metil carbámicos tienden a ser de menor duración que los envenenamientos con organofosforados; sin embargo en la fase aguda y en ausencia de antecedentes precisos de exposición, no es fácil diferenciarlos de estos últimos.



Foto N° 2 Trabajador combatiendo al complejo picudo del cocotero de anillo rojo (Fuente: Ministerio de Desarrollo Agropecuario –MIDA-. Panamá)

**IMPORTANTE: Debe tener siempre disponible la hoja de seguridad (MSDS) del carbamato utilizado.**

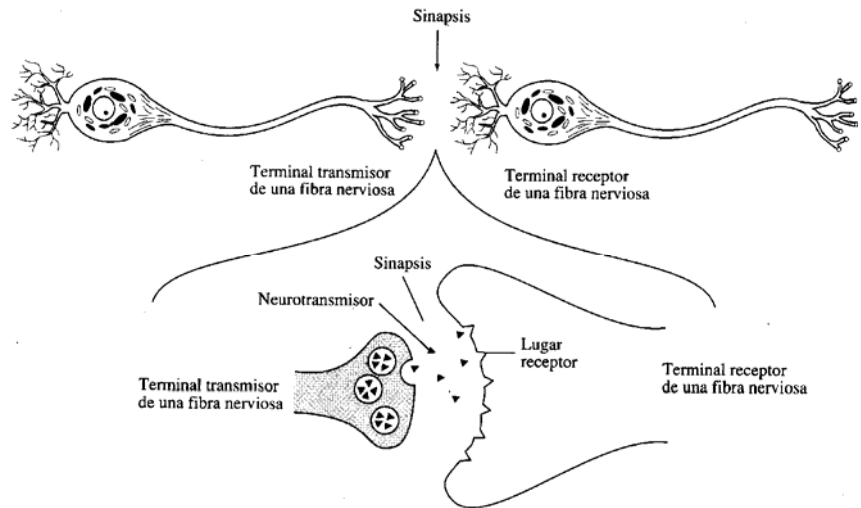


Figura N° 2 Transmisión del impulso nervioso por liberación de neurotransmisores a través de la sinapsis

Fuente: Buell P., Gerard J. Chemistry in Environmental Perspective. Pearson Education Inc. Upper Saddle River. New Jersey. 1994.

## TOXICOLOGÍA DE LOS CARBAMATOS

Los carbamatos causan carbamilación reversible de la enzima acetilcolinesterasa, lo que permite la acumulación de acetilcolina –que es una sustancia neuromediadora- en las uniones neurofactoras parasimpáticas (efectos muscarínicos), en las uniones mioneurales del músculo esquelético y en los ganglios autónomos (efectos nicotínicos), así como en el cerebro (efectos en el SNC-Sistema Nervioso Central-). La combinación carbamilo-acetilcolinesterasa se disocia más rápidamente que el complejo fosforilo-acetilcolinesterasa producido por los compuestos organofosforados. Esta labilidad tiene varias consecuencias:

- 1) tiende a limitar la duración por envenenamiento con insecticidas n-Metil carbámicos.
- 2) es responsable de que el intervalo que existe entre la dosis que genera los síntomas y la dosis letal sea mayor que el que existe en el caso de la mayoría de compuestos organofosforados; y,
- 3) con frecuencia invalida a la medición de la actividad de la colinesterasa en la sangre como indicador diagnóstico del envenenamiento.

## TRATAMIENTO BÁSICO DEL ENVENENAMIENTO CON CARBAMATOS

1. Mantenga despejada la vía aérea, si es necesario mediante la aspiración de las secreciones. Administre oxígeno mediante ventilación pulmonar con ayuda mecánica. Para reducir el riesgo de fibrilación ventricular, mejore al máximo la oxigenación antes de administrar atropina.

2. Administre sulfato de atropina por vía intravenosa o, si esto no es posible, por vía intramuscular. Dosis de atropina: *Para adultos y niños mayores de 12 años:* 0,4-2,0 mg repetida cada 15 minutos hasta que se logre la atropinización: taquicardia (pulso de 140 por minuto), piel hiperémica, boca seca, pupilas dilatadas. Mantenga la atropinización mediante dosis repetidas durante 2 a 12 horas o más, dependiendo del grado de envenenamiento.

*Para niños menores de 12 años:* 0,05 mg/kg de peso corporal, repetida cada 15 minutos hasta que se logre atropinización.

## IDENTIFICACIÓN Y CALIFICACIÓN DE UN SITIO CONTAMINADO POR RESIDUOS DE PLAGUICIDAS

Pasos a seguir para la identificación y calificación de un sitio conteniendo residuos de plaguicidas o plaguicidas "obsoletos" :

- 1) Preparar una relación de actividades que se ha desarrollado en el sitio.
- 2) Preparar una relación de actividades potencialmente contaminantes:
  - Si las actividades son potencialmente contaminantes, el sitio se considera como **Sitio Potencialmente Contaminado (SPC)**, y requiere una evaluación preliminar.
  - Si las actividades no son potencialmente contaminantes, el sitio se considera como **Sitio No Contaminado (SNC)**.
  - Si no se cuenta con información suficiente, el sitio se considera como **Sitio Identificado No Calificado (SINC)**.
- 3) Realizar entrevistas con personas que puedan haber participado en inspecciones o acciones relacionadas con la actividad.
- 4) Realizar entrevistas con los vecinos del sitio
- 5) Realizar entrevistas con las autoridades con jurisdicción en la zona:
  - Autoridades municipales.
  - Policía
  - Cuerpo de bomberos

### Nota:

Estos pasos constituyen sólo una guía y pueden realizarse otras consultas que se consideren pertinentes.

**Luego de haber completado la información con respecto al sitio, se procederá a la calificación completa del sitio.**

## EVALUACIÓN PRELIMINAR DE SITIOS CONTAMINADOS CON PLAGUICIDAS

### 1) Evaluación histórica

- Revisión de documentos: mapas, planos, fotografías, revistas, libros, registro de incendios y accidentes químicos, quejas y denuncias realizadas por los vecinos sobre perjuicios producidos por actividades realizadas en el sitio, noticias aparecidas en los medios de comunicación, otros.
- Entrevistas a referentes calificados por su relación con el sitio o con las actividades en él realizadas

### 2) Inspección y descripción del sitio (Elaborar un Plan de Inspección)

Para confirmar y complementar la información revelada y recabar la información faltante.



Foto N° 3 Residuos de plaguicidas (Almería, España)

Fuente: [www.waste.ideal.es](http://www.waste.ideal.es)

## PREGUNTAS CLAVE DURANTE UNA INSPECCIÓN

1. ¿El acceso al sitio es libre?
2. ¿Es un área de paso?
3. ¿El sitio está abandonado?
4. ¿Existe cubierta vegetal del suelo?
5. ¿Cuál es la extensión aproximada del sitio?
6. ¿Cuál es la principal actividad desarrollada en el sitio y en el entorno?
7. ¿Existen construcciones en el sitio? En caso de respuesta afirmativa: ¿En qué condición se encuentran las instalaciones y cuál es su función?
8. ¿Existen evidencias de enterramiento de residuos en el sitio? En caso de respuesta afirmativa, describa el área o áreas identificadas.
9. ¿Existe acumulación de residuos en el sitio? En caso de respuesta afirmativa, describa las condiciones, características y el volumen aproximado.
10. ¿Existen evidencias de derrames en el sitio? En caso de respuesta afirmativa, describa las evidencias, la extensión y la ubicación.
11. ¿Existen cuerpos de agua en el sitio o en los linderos?
12. ¿Existen áreas recreativas en el sitio o en su entorno?

La información recopilada permitirá que las autoridades competentes tomen las acciones más adecuadas para el manejo ambientalmente adecuado del sitio, cuando se haya comprobado a través de un análisis de calidad del suelo o subsuelo, que la concentración de una o más sustancias presentes, exceda la concentración establecida como segura.

Fuente: Salvarrey Ana, Gristo Pablo, *Guía para la identificación y Evaluación Preliminar de Sitios Potencialmente Contaminados*. Proyecto Plan Nacional de Implementación Programa Sitios Contaminados. Montevideo, Julio/2005. Páginas 19 a 26

## SOLVENTES USADOS

Dada la gama de solventes utilizados en diferentes procesos industriales, los residuos generados por el uso de estas sustancias tienen composiciones muy variadas, diferenciándose en cuatro categorías:

- Solventes relativamente limpios: derivados de enjuagues y limpieza.
- Mezcla de solventes y otros productos: generados en la síntesis y fabricación de diversos productos.
- Residuos acuosos: mezclas de solventes con agua, generados en procesos químicos, enjuagues y extracciones.
- Lodos contaminados con solventes: subproductos de procesos de manufactura, residuos del reciclado y residuos de procesos de limpieza.

## IMPACTOS SOBRE LA SALUD Y EL MEDIO AMBIENTE

Los solventes usados son considerados residuos peligrosos por sus características de inflamabilidad, liposolubilidad y volatilidad. La volatilidad hace posible la existencia de emisiones fugitivas, no intencionales, de vapores de estas sustancias durante distintas aplicaciones.

## ¿QUÉ HACER CON LOS SOLVENTES AGOTADOS?

1. Minimización mediante Buenas Prácticas.
2. Recuperación por destilación.
3. Valorización energética, en equipos dotados de control de la combustión y tratamiento de gases.
4. Incineración, cuando no se pueda utilizar el solvente como combustible alternativo.

Fuente: [www.basel.int](http://www.basel.int)

### En el Boletín N° 22:

Plaguicidas: Piretroides.  
Reaprovechamiento del poliestireno. El Gas Natural y sus implicancias ambientales. Caso Camisea (Perú).

## ¿QUÉ HACER CON LOS RESIDUOS DE PLÁSTICOS? (Continuación)

### RECICLADO TÉRMICO DE PLÁSTICOS

La gestión integral de residuos plásticos incluye la reducción en el origen, luego el reaprovechamiento mediante la reutilización, ya que estos materiales son idóneos para ser reutilizados. Una vez que se han realizado las acciones anteriores, los materiales plásticos se convierten en residuos. En este momento se propone su recuperación que puede realizarse de tres maneras alternativas: el reciclado mecánico, el reciclado químico y la recuperación energética limpia (reciclado térmico).

### Recuperación de energía

Los plásticos usados pueden ser aprovechados como combustibles, por su elevado poder calorífico; por ejemplo un kilogramo de polietileno produce una cantidad de energía similar que un kilogramo de gas natural (ver Tabla N° 1).

Tabla N° 1 Poderes caloríficos de diversos compuestos

Material	Poder Calorífico (MJ/kg)
Poliestireno	46,0
Polietileno	46,0
Polipropileno	44,0
PVC	18,9
Gas natural	48,0
Hulla	29,0

Fuente: Trigo (1997)

Estudios de ecobalance demuestran que para muchos plásticos la recuperación energética es ambientalmente más beneficiosa que el reciclado mecánico o químico. Esta opción está especialmente indicada para aquellos residuos deteriorados o contaminados (sucios), como es el caso de plásticos utilizados en la agricultura o de empaques y envases de plaguicidas, o plásticos segregados de residuos sólidos municipales (residuos sólidos urbanos).

### Procesos para la recuperación de energía

Entre los principales se cuentan:

- Recuperación de los residuos plásticos mezclados con el resto de los residuos sólidos municipales (incineración con recuperación de energía).
- Residuos plásticos solos mediante combustión.
- Uso de los residuos plásticos como combustibles alternativos en plantas cementeras.
- Pirólisis a baja temperatura.
- Destrucción de residuos mediante antorchas de plasma.

Fuente: Trigo Fernández Rosa. La recuperación de los residuos plásticos. Revista Ingeniería Química. Octubre, 1997. Páginas 153 a157.

### 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: [jloayzap@yahoo.es](mailto:jloayzap@yahoo.es) / [jloayzap@unmsm.edu.pe](mailto:jloayzap@unmsm.edu.pe)

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