

## FICHA TÉCNICA

# Temefós

### Introducción

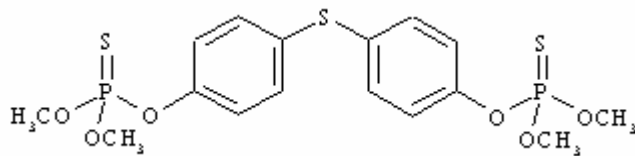
El temefós, comúnmente conocido por una de sus fórmulas comerciales de nombre Abate (grado técnico 98%), es el plaguicida que ha tenido mayor uso en las Américas, particularmente en programas de salud pública para el control de las larvas del mosquito *Aedes aegypti*, transmisor del dengue (1).

### Qué es el temefós

El temefós es un plaguicida organofosforado no sistémico que actúa por contacto e ingestión. Interfiere la transmisión de los impulsos nerviosos por inhibición de la colinesterasa. Se utiliza principalmente como larvicida e insecticida.

Su nombre químico es 0,0,0,0'-tetrametil-0,0'-tio-di-p-fenileno, N° CAS 3383-96-8, fórmula global  $C_{16}H_{20}O_6P_2S_3$ . Peso molecular: 466.48.

Estructura química (4):



### Nombres comerciales

Abate (fabricado por la transnacional agroquímica BASF), Abathion, Acibate, Alabaster, Biothion, Bithion, Difenntos, Ecopro, Fostem, Larvafo, Larvate, Larbate, Nimitex, Protamefos, T. M. Fos, Temephos, Temefos, Swebate (5) (6).

### Propiedades físicas y químicas

Este plaguicida se presenta en la forma de cristales blancos o incoloros. El punto de fusión es igual a 30.5 °C y su densidad relativa es de 1.32. Es soluble en bicloruro de etileno, acetonitrilo, tetracloruro de carbono, éter y tolueno, pero muy poco soluble en agua e insoluble en metilciclohexano y hexano. Su presión de vapor es igual a  $8.62 \times 10^{-10}$  mm Hg a 25 °C. Se hidroliza con ácidos fuertes y bases (hidrólisis). Esta sustancia química se descompone al ser calentada a temperaturas entre los 120 y 125° C o al ser quemada, produciendo vapores tóxicos que incluyen óxidos de fósforo y azufre (7).

Por sus propiedades fisicoquímicas, el temefós está dotado de un elevado coeficiente de reparto octanol/agua, que favorece su adsorción en los sedimentos y su acumulación en los organismos vivos en condiciones naturales. No obstante, los estudios en medio acuático muestran una degradación relativamente rápida del compuesto pariente (50% degradado en 15 a 17 días). Es también liposoluble, pero se degrada con bastante rapidez (8).

Las formulaciones líquidas de temefós contienen disolventes orgánicos que pueden ser inflamables. En caso de combustión se desprenden gases tóxicos e irritantes (9).

Entre otras formulaciones, el mercado ofrece algunos productos de liberación lenta de bajo costo y largo efecto residual (10).

## Usos

El temefós es de uso industrial y urbano. En el primer caso se utiliza en plantas formuladoras de plaguicidas, como ingrediente activo. En el medio urbano se usa en el control de arañas, alacranes, chinches, cucarachas, pulgas, hormigas, moscas, mosquitos culicidos (voladores con dos alas y cuyas larvas se desarrollan en el agua), gusano rojo del arroz y triatominos (insectos que se alimentan de sangre), entre otros. Resulta especialmente activo contra larvas de mosquitos, jejenes, piojos domésticos, catarinita de la papa y otros insectos. Se aplica con medios terrestres y aéreos (11).

En el ámbito sanitario, el temefós se usa a nivel mundial en campañas de salud pública para el control de larvas de mosquitos, especialmente del *Aedes aegypti*, principal agente transmisor del dengue en el hemisferio occidental. Para eliminar las larvas de *Aedes aegypti* en su fase de desarrollo, se aplica temefós en los depósitos de agua donde se encuentran (12), desde recipientes de uso doméstico hasta aguas con mareas, aguas estancadas, charcos, ciénagas, lagos, lagunas y pantanos.

El recrudecimiento de la enfermedad en América Latina se debe a un mayor número de criaderos de mosquitos y en algunos casos al desarrollo de resistencia de los insectos a los productos insecticidas comerciales en uso (14).

En Perú se ha usado intensamente temefós a partir del año 2000 cuando se presentaron los primeros casos de dengue en los distritos de la provincia de Trujillo, llegando a presentar un índice aédico de 23%. Fue el único larvicida utilizado por el Ministerio de Salud en esa provincia, generando ciertos niveles de resistencia. La enfermedad se ha extendido a otras zonas del país (15).

Alrededor del año 2002 la utilización de temefós en salud pública se comenzó a restringir en algunas zonas precisamente debido a la aparición de resistencia en distintos países latinoamericanos, donde se ha usado con más intensidad (16). En zonas de la región del Caribe, por ejemplo, este plaguicida se ha aplicado profusamente por más de 20 años (17).

Debido al problema de generación de resistencia, en Argentina sólo se utiliza temefós u otros plaguicidas (diflubenzurón, metoprene) ante la inminencia de epidemia de dengue y por resolución de las autoridades sanitarias (18).

En México el temefós no sólo se emplea para la prevención y control de enfermedades transmitidas por vector, sino también para controlar la pediculosis, igual que los insecticidas malatión y permetrina (19).

En Estados Unidos el temefós se registró por primera vez en 1965 para muchos usos. Entre ellos, cítricos, collares de mascotas y control de mosquitos. En 1991, como respuesta a una demanda de la Agencia de Protección del Medio Ambiente (EPA, por su nombre en inglés), la Compañía American Cyanamid dejó de lado los otros usos,

excepto el de larvicida para aguas no potables. En 1997 el registro técnico del insecticida se transfirió a Clarke Mosquito Control Products, Inc. (20)

En la actualidad el temefós tiene uso limitado en programas de salud pública en Estados Unidos y solamente puede ser aplicado por personal de salud, de agencias de gobierno o personal especializado contratado por esas entidades. El uso de este agrotóxico, que se restringe a aguas no potables, estancadas, salinas, con vegetación (riberas de lagos) y contaminadas, ha disminuido en los últimos años llegando al año 2008 a una cantidad que oscila entre 25.000 y 40.000 libras de ingrediente activo. Los estados con mayor uso son Florida y New Jersey (21).

### **Aplicación**

En Estados Unidos la tasa máxima de aplicación especificada en el etiquetado actual de temefós para formulaciones en grano es de 0.5 lbs/ai/A; la tasa común de aplicación para productos granulados varía de 0.1 a 0.3 libras/ai/A. La tasa máxima de aplicaciones para concentrado emulsionable (EC) es de 1.5 f. oz/A (0.0469 lbs/ai/A), y la tasa común es 0.5 a 1.0 fl. oz. /A (0.0156 para 0.0313 lbs/ai/A) (22).

No se permite volver a aplicar este plaguicida dentro de los siete días posteriores a la aplicación inicial, a menos que el monitoreo indique que las poblaciones de larvas se han restablecido o que las condiciones climáticas han impedido que el tratamiento inicial tenga efecto (23).

En aplicaciones aéreas, la EPA señala que el temefós sólo se debe aplicar cuando la posibilidad de deriva a áreas adyacentes sensibles (zonas residenciales, cuerpos de agua no objetivo, habitat de especies amenazadas o en peligro, cultivos no objetivo) sea mínimo. Por ejemplo, cuando el viento no esté soplando en dirección a las áreas sensibles (24).

### **Persistencia**

Se considera que el temefós es poco persistente. En el aire es posible encontrarlo unido a las partículas. La precipitación seca es el principal mecanismo de remoción de estas partículas de la atmósfera. En los sistemas terrestres es baja a moderadamente persistente (vida media de 30 días) y permanece prácticamente inmóvil por su fuerte afinidad con las partículas. En suelos básicos puede ser rápidamente eliminado por hidrólisis química (31).

En los cuerpos de agua tiene una persistencia muy corta, de horas a pocos días. En este medio puede unirse a los sólidos suspendidos y sedimentos, sufrir una lenta biodegradación aerobia o ser destruido por acción de la luz solar (32).

Según la evaluación de la EPA, la presencia de microorganismos en ambientes acuáticos y exposición a la luz del sol son los medios más posibles de transformación/disipación del temefós. Pero en ausencia de microorganismos o luz solar, este plaguicida no se disipa rápidamente en el agua (33).

La volatilización no suele ser un proceso importante en el caso de este compuesto químico (34). No obstante, podría volatilizarse lentamente cuando se encuentra en aguas detenidas (35).

Como es una sustancia química hidrofóbica, es más probable que se adhiera a sustancias grasas. Además, tiene potencial de bioconcentración. La bioacumulación de temefós en un pez expuesto se extiende por 28 días. Sin embargo, más del 75% del temefós se elimina luego de 14 días de haber cesado la exposición (36).

Las plantas tienen capacidad para metabolizar lentamente el temefós (37).

La baja solubilidad de 0.030 mg/L y la relativamente alta de  $K_{oc}$  de 16,250 sugieren que se deberían realizar algunas pruebas de laboratorio sobre la toxicidad de la sedimentación. Estudios de campo efectuados por la empresa fabricante concluyeron que el temefós tiende a ser adsorbido rápidamente en el medio orgánico y luego tiende a degradarse a concentraciones bajas o no detectables. El último estudio de campo que monitoreó el plaguicida en sedimentos por un período de tres años (1995-1997) no detectó temefós después de 24 horas (38).

### **Efectos en la salud**

Los seres humanos pueden absorber el temefós por inhalación, ingestión, por la piel y por los ojos (39).

#### ***Toxicidad aguda***

La literatura es pobre en materia de descripción observada y precisa de los impactos o de los efectos generados por esta sustancia en la población general o profesional. La Agencia Francesa de Seguridad Sanitaria del Medio Ambiente y del Trabajo (AFSSET) afirma que no se han indicado casos de intoxicaciones graves con este biocida desde el comienzo de su utilización en el exterminio de mosquitos. Teniendo en cuenta el DL50 (Dosis Letal para el 50% de la población expuesta) en el conejo, que es la especie más sensible en toxicidad aguda (DL50 = 1.300 mg/kg), el temefós se clasifica en el grupo de los organofosforados menos tóxicos (DL50 > 500 mg/kg) (40).

En cuanto a los riesgos inducidos potencialmente para la población situada directamente cerca del aplicador o de la zona tratada, los estudios realizados no permiten identificar a priori “riesgos inaceptables”. No obstante, se recomienda profundizar estos estudios recurriendo a datos de uso más precisos (41).

Según evaluaciones de riesgo para el ser humano efectuadas por la EPA, debe haber algún nivel de preocupación para quienes manipulan y aplican el plaguicida. Por eso exige el uso de un equipo adicional de protección personal y otras medidas de resguardo. Entre ellas, prohibir la utilización de equipos manuales de cintura para aplicar temefós (42).

#### ***Clasificación***

En función de sus efectos agudos, la EPA clasifica al temefós en el Grupo III, “ligeramente peligroso”. Por su parte, la Organización Mundial de la Salud (OMS) lo clasifica en la categoría U, según la cual “es improbable que presente riesgo agudo si se usa en forma normal”.

En México está clasificado en el tipo toxicológico IV.

#### ***Toxicidad crónica***

La AFSSET, de Francia, destaca que en la literatura especializada no existe suficiente información sobre el conjunto de los peligros potenciales subcrónicos y crónicos de esta sustancia neurotóxica. Los datos disponibles no permiten llegar a una conclusión sobre el potencial cancerígeno o mutágeno de la molécula. Además, hace notar que los ensayos que examinan la toxicidad para la reproducción, aunque no muestran efecto, no han podido ser validados. Luego de estas observaciones, la agencia francesa adoptó una DSENO (Dosis sin efecto nefasto observado) de 0,3 mg/kg de peso corporal para los cálculos de riesgos (43).

Las apreciaciones de la EPA son coincidentes. La Agencia de Protección del Medio Ambiente de Estados Unidos considera que no se puede hacer una evaluación completa

del potencial neurotóxico del temefós debido a que no se han hecho estudios de efecto agudo y neurotoxicidad subcrónica en ratas. Sin embargo, destaca que el temefós pertenece a la clase de insecticidas organofosforados que ejerce su acción tóxica a través de la inhibición de la colinesterasa en los sistemas nerviosos central y periféricos y, por tanto, está implícita la neurotoxicidad (44).

La EPA estima que el temefós no es una sustancia química que ocasione daño al sistema reproductivo o al desarrollo del feto, pero advierte que se requiere información adicional para confirmar esta evaluación. Como en Estados Unidos los usos residenciales o en cultivos alimentarios no están registrados, la EPA no manifiesta preocupación por la exposición potencial a bebés y niños (45).

Por otra parte, la agencia señala que los estudios existentes de mutagenicidad in vitro son inadecuados como para poder evaluar el potencial genotóxico del temefós. A su juicio, no se requiere un estudio de efecto crónico/carcinogénico en otras especies, ya que este plaguicida tiene un uso exclusivo no alimentario en Estados Unidos (46).

Respecto de la evaluación de riesgo ocupacional de largo plazo o crónico, seleccionó un NOAEL de 0.3 mg/kg/día. Esto se basa en la inhibición de colinesterasa en los glóbulos rojos de ratas de ambos sexos en 0.9 mg/kg/diaria (LOAEL) en un estudio de alimentación de 90 días de duración. El efecto tóxico se observó en el curso de una semana a partir del inicio del tratamiento, debido a lo cual se consideró una evaluación de corto plazo (1-7 días). El uso de este mismo resultado para la evaluación crónica está apoyado en las dosis y resultados similares observados en otros estudios de toxicidad subcrónica en ratas, y también en un estudio crónico en perros donde la inhibición de los glóbulos rojos y del plasma ocurrió después de transcurrida una semana.

No se cuenta con estudios de inhalación de corto plazo, intermedia o crónica. Por eso, la NOAEL oral de 0.3 mg/kg/diarios se usó también para estimar el riesgo por inhalación y para realizar una evaluación combinada de riesgo dérmico y por inhalación (47).

## **Efectos en el medio ambiente**

### ***Aves y pájaros***

Diversos estudios indican que el temefós es moderado a extremadamente tóxico para aves. En ellas se han observado los siguientes síntomas de intoxicación: lagrimeo, miosis, salivación, erizamiento de las plumas, congestión traqueal, debilidad muscular, astenia, ataxia, inmovilidad, taquicardia, taquipnea, temblores y muerte. Se ha constatado que este plaguicida organofosforado afecta la frecuencia en la puesta de huevos del pato real. El faisán, la paloma y el gorrión son las especies de pájaros más susceptibles al temefós (48).

### ***Organismos acuáticos diversos***

La toxicidad es variable en el medio acuático, en insectos y crustáceos es moderada a extremadamente alta, en peces es ligera a extremadamente alta, en moluscos es prácticamente nula a ligera, en anfibios y anélidos es moderada y en zooplancton, ligera. En estos grupos de organismos la toxicidad del temefós depende del tipo de formulación: el compuesto de grado técnico es moderadamente tóxico, mientras que el concentrado emulsionable y el polvo humectable son alta a extremadamente tóxicos (49).

Otros estudios destacan que los datos ecotoxicológicos disponibles muestran una sensibilidad muy importante de los invertebrados acuáticos (CL50-48h = 11 µg/L en dáfidos). Además se destaca que este plaguicida tiene un fuerte potencial de bioacumulación, pero que esto es compensado por una rápida eliminación (50).

Según la EPA, los invertebrados acuáticos, especialmente la especie *Daphnia magna* (tipo de “pulga de agua”), son muy sensibles al temefós y la diversidad puede verse afectada. Para encarar los riesgos ecológicos, la EPA pone algunas restricciones que deben figurar en el etiquetado de los productos que contienen temefós (intervalos entre aplicaciones, sitios de límite de uso para proteger fuentes de agua potable y restringir las situaciones en las que se pueden efectuar niveles de aplicación más elevados).

Asimismo, pide incluir en el etiquetado la referencia al sitio web de EPA donde figuran las especies en peligro (51).

Los anfípodos y misidos (pertenecientes a los crustáceos), así como la trucha arcoiris son especialmente sensibles a este plaguicida (52).

### **Peces**

Un estudio de campo sobre los efectos del temefós en la actividad de la acetilcolinesterasa del cerebro de los peces de la especie *Tilapia guineensis* demostró que después de 10 minutos de exposición a una concentración de 0,05 mg/l se observa una disminución de la actividad de la acetilcolinesterasa de aproximadamente 25%. El regreso a la actividad normal se alcanza entre los 20 a 25 días posteriores a la exposición, lo que en este caso contradice las apreciaciones sobre una rápida recuperación. Una nueva exposición, efectuada una semana después de la primera, dilata aún más el regreso a valores normales (53).

Además, se ha demostrado que en los peces *guppy* (*Poecilia reticulata*), utilizados para combatir los mosquitos transmisores de malaria, el temefós puede afectar la viabilidad de las crías o anticipar su nacimiento (54).

### **Camarones**

En camarones juveniles puede producir daños cuando el temefós se aplica directamente al agua, aunque en algunos sitios no se han observado cambios en diferentes grupos de crustáceos (55). Sin embargo, en pruebas de toxicidad con larvas de camarones marinos (*Aratus pesonii* and *Uca rapax*) y *Mysidopsis bahia* adultos en ciénagas salinas de Florida, aplicaciones con tasas habituales de concentración de temefós generaron una situación de riesgo ambiental para las larvas de camarones (56).

### **Abejas**

El temefós es altamente tóxico para las abejas, según se constató en pruebas por contacto directo, pero en condiciones de campo la toxicidad es baja.

### **Ganado**

En un período prolongado de exposición a este plaguicida (1 año) se han descrito algunos signos de intoxicación e infertilidad en el caso de vacas jóvenes (57).

## **Prohibiciones, restricciones y reglamentaciones**

### **En la Unión Europea (UE)**

Existe una resolución que ordenó retirar del mercado europeo el temefós. La toma de decisión sobre este plaguicida se inició en la UE en mayo de 2000 cuando fue identificado como un principio activo biocida que ya había sido introducido en el mercado comunitario. Como ninguna industria presentó un expediente para evaluar su inscripción en la lista de productos autorizados con fines insecticidas, se resolvió su retiro en un plazo medio que se extinguió el 1 de septiembre de 2006 (58).

No obstante, la Comisión de las Comunidades Europeas hizo una excepción con los Departamentos Franceses de Ultramar (Guadalupe, Guyana, Martinica y Reunión), autorizando el uso de este insecticida hasta el 14 de mayo de 2009 en respuesta a una petición presentada por la AFSSET. La excepción se refiere exclusivamente al uso de temefós con fines de tratamiento de los criaderos larvarios en medio natural para luchar

contra enfermedades vectoriales que en algunas zonas son endémicas (59). En el resto de Francia está prohibida la comercialización de productos insecticidas a base de temefós, que sólo se pudieron utilizar hasta el 1 de septiembre de 2007.

Otra excepción es Grecia, que obtuvo una prolongación de la autorización del temefós de marzo de 2006 al 1 de noviembre de 2007. En cambio, se denegó una solicitud que presentó Italia el 11 de julio de 2006 (60).

#### ***En América del Norte:***

La EPA y el Departamento de Servicios de Salud Humana (HHS) de Estados Unidos afirman que el temefós es el único insecticida organofosforado con algún uso importante como larvicida de mosquitos en los programas de salud pública. Como en ese país no están autorizados los usos doméstico, ni en cultivos alimentarios, ni en agua potable, la EPA no evalúa los riesgos para la salud humana del temefós por consumo de agua para beber. Las tolerancias para alimentos que existían anteriormente fueron revocadas en 1998 (61).

No obstante, en Canadá se han considerado en agua potable valores de concentración máxima admisible (CMA) en las provincias de Ontario y British Columbia. Ambos coinciden en una CMA de 0,28 mg/L (62).

#### **En otros países:**

En Australia el valor de concentración máxima admisible (CMA) en agua potable es de 0,3 mg/L. La OMS no ha reportado valores guía de temefós en el agua para beber, a pesar que ha sometido a revisión este uso particular del plaguicida debido a sus riesgos potenciales (63).

En México, la Norma Oficial NOM-032-SSA2-2002 para la Vigilancia Epidemiológica, Prevención y Control de Enfermedades Transmitidas por Vector, publicada el 21 de julio de 2003, establece valores de uso de temefós equivalentes con los lineamientos y recomendaciones generales de la OMS y Organización Panamericana de la Salud (OPS). Para aplicaciones en los criaderos del vector en agua se cuenta con formulaciones líquidas al 50 por ciento, cápsulas al 5 por ciento y granos de arena al 1 por ciento. En el caso de las cápsulas al 5 por ciento se dispone la utilización de un gramo del producto por cada 50 litros; para temefós en granos de arena al 1 por ciento se aplica un gramo por cada 10 litros de agua. La presentación de temefós al 50 por ciento se destina para tratar carros cisterna que suministran agua para uso doméstico durante las emergencias sanitarias epidemiológicas, o en la dotación cotidiana de agua a los asentamientos humanos de riesgo con suministro irregular. La dosis es de 1 a 2 ml por cada 1.000 litros de agua. En situaciones de desastres naturales y brotes, este plaguicida “debe aplicarse simultáneamente con rociado espacial a VUR cumpliendo con coberturas integrales y en periodos de ejecución cortos (menores a tres semanas)” (64).

A pesar que en Cuba existe una tendencia decreciente en el uso de plaguicidas y se fomenta el manejo integrado de plagas, se ha autorizado el uso de una gran variedad de formulados de temefós para el control del vector *Aedes aegypti*. La autorización incluye tratamiento de agua de consumo, con una concentración de 1 por ciento de principio activo de especificaciones G-1 ó 1 G, y tratamiento de cuerpos de agua de uso no humano, con 2 por ciento de principio activo y especificación G-2 (65).

#### **Alternativas al uso de temefós en el control del dengue**

Hay alternativas no químicas para combatir el dengue y otras enfermedades transmitidas por vectores, que han demostrado ser mucho más efectivas, menos nocivas para el medio ambiente y sin riesgos para la salud de las personas.

### **Control biológico**

Se ha estudiado el reemplazo del temefós en el control de larvas de *Aedes aegypti* por el insecticida bacteriano *Bacillus thuringiensis var. israelensis* (*Bti* ó *Bti* H-14), especialmente en los casos en que se detecta resistencia al pesticida organofosforado. El *Bti*, en una fórmula de suspensión líquida, ha sido utilizado exitosamente, con bajo impacto ambiental. El único inconveniente es que tiene baja acción residual. Sin embargo, hay un formulado sólido de liberación lenta del bioinsecticida que se ha desarrollado comercialmente con alto grado de efectividad (66).

Hay también otros métodos biológicos para combatir el *Aedes aegypti*. Uno de ellos es eliminar las larvas de mosquitos mediante pequeños peces larvívoros (por ejemplo, del género *Lebistes*), que pueden encontrarse en arroyos o estanques, o adquirirse en tiendas especializadas (67). En China se ha probado la eficacia del uso de los peces *Gambusia affinis*, *Poecilia reticulata*, *Tilapia mossambica* y *Sarotherodon niloticus* como biorreguladores de las poblaciones de *Ae. aegypti* (Wang et al. 1990) (68).

### **Control integrado**

El primer paso es la prevención, basada en el saneamiento ambiental para reducir las fuentes donde se instalan y reproducen los mosquitos (69). Como precaución se recomienda mantener el ambiente limpio, eliminar la basura y la chatarra, y despejar lugares y objetos donde se acumulan las aguas lluvia (neumáticos en desuso, por ejemplo). Es aconsejable usar mosquiteros en puertas y ventanas, cubrir las camas con mosquiteros cuando se duerme, y evitar las actividades al aire libre al amanecer y al anochecer (70). El uso del control integrado reportó buenos resultados en la eliminación de una epidemia de dengue en Suva, Fiji, durante los años 1978-1979, como también en Singapur en 1966-1981, en Tanzania en el año 1972 y en Cuba durante 1981 (71).

## **RECUADRO**

### **Qué es el dengue**

Si bien esta enfermedad viral tiene carácter de endémico en algunas zonas tropicales de África, Asia, América Central y el Caribe, donde tiende a reaparecer cíclicamente, también se ha hecho presente desde fines de los años 90 en Europa, América del Norte y del Sur. En esta última región ha afectado en diversos grados a Venezuela, Bolivia, Brasil, Argentina, Perú, Paraguay, Uruguay y Colombia. En Chile se han detectado casos únicamente en Isla de Pascua.

El problema está plenamente vigente. En Río de Janeiro, Brasil, hubo un grave brote en febrero de 2002, que afectó a alrededor de un millón de personas y mató a 16 enfermos de dengue. Otro episodio con características de epidemia se registró en la misma ciudad en los primeros meses de 2008. En marzo de 2009 habían fallecido 30 personas y a comienzos de abril la cantidad de casos notificados ascendía a 55.000.

A principios de 2009 se desató otra epidemia de dengue en Santa Cruz de la Sierra, Bolivia, que se extendió a más zonas del país. Esta epidemia había afectado al 14 de marzo de 2009 a 50.000 personas y producido 22 muertes por casos de dengue hemorrágico. Las ciudades más comprometidas eran Santa Cruz, Trinidad, Ribalta,

Tarija y Guayaramerín. El uso de sustancias químicas está tan asimilado en salud pública para el control de la enfermedad que parte de la ayuda humanitaria suministrada por el gobierno de Brasil para enfrentar esta emergencia en Bolivia consistió en 10 mil kilos de temefós granulado y 300 litros de piretroide deltametrina (2).

La epidemia cruzó la frontera con Argentina. En febrero de 2009 se presentaron numerosos casos de dengue en niños y adultos en la localidad Salvador Mazza, limítrofe con Bolivia, en la provincia de Salta. En abril se había producido la muerte de un menor por dengue hemorrágico. Otras dos muertes se registraron en la provincia argentina del Chaco, donde al 10 de abril de 2009 había 14.500 casos oficialmente declarados (3).

La reaparición recurrente del dengue y su rápida propagación obliga a reexaminar las consecuencias del uso del plaguicida temefós en las personas y el medio ambiente. A la vez, es un imperativo para evaluar el uso de alternativas no químicas para el control de la enfermedad.

### **Alta morbilidad y mortalidad**

El dengue presenta altos niveles de morbilidad y mortalidad. Se caracteriza por fiebre y dolor intenso en las articulaciones y músculos, inflamación de los ganglios linfáticos y erupción en la piel. No hay medicamentos que curen ni vacuna que prevenga esta dolencia. Al año 2002 se estimaba que 80 millones de personas estaban siendo afectadas anualmente en el mundo (13). En la presente década se ha convertido en la segunda enfermedad más común, después de la malaria, entre aquellas que son transmitidas por mosquitos y afectan a los seres humanos.

### ***El vector *Aedes aegypti****

El mosquito transmisor del dengue es un pequeño insecto blanquinegro con rayas en el dorso y las patas. Mide aproximadamente 5 mm y pica en las primeras horas de la mañana y al final de la tarde. Las hembras ponen los huevos en el agua acumulada tanto en el exterior como en el interior de las viviendas. Las larvas que salen de los huevos del mosquito viven en el agua durante una semana y después se transforman en ninfas redondeadas que al cabo de un día o dos dan paso al mosquito adulto, listo para picar. Este insecto se posa en el interior de las viviendas, en locales cerrados y sitios oscuros. En el exterior elige los lugares frescos y en sombra (25).

Los mosquitos *Aedes aegypti* presentan alta resistencia al DDT (dicloro-difenil-tricloroetano) y a otros insecticidas organoclorados. Por eso se comenzaron a usar insecticidas organofosforados. Sin embargo, el uso constante y exclusivo de temefós también produjo la aparición de poblaciones resistentes a este plaguicida, como se ha reportado en estudios efectuados en Cuba, Venezuela, Brasil (26) (27) (28), Perú, Italia y otros países (29).

Por esa razón se realizan monitoreos continuos después de las aplicaciones y también se adicionan otros agrotóxicos, principalmente piretroides. A la vez, se crean estrategias de uso de temefós para dilatar la aparición de resistencia (30).

Por su parte, la Organización Mundial de la Salud ha advertido que el uso indiscriminado de sustancias químicas no sólo favorece la aparición de resistencia en los vectores que se desea combatir, sino que ocasiona efectos dañinos en especies inofensivas y benéficas, como también una paulatina contaminación ambiental (OMS 1980).

Documento elaborado por la Red de Acción en Plaguicidas y sus Alternativas para América Latina (RAP-AL) - Oficina de Comunicaciones y Administración, enero 2009.

## Referencias

- (1) Protocolo para determinar la susceptibilidad o resistencia a insecticidas de mosquitos de la especie *Aedes aegypti*. Documento propuesto por la Red Latinoamericana de Control de Vectores. Ciudad de Iguazú, 23 de octubre de 2005. [www.mundosano.org/documentos](http://www.mundosano.org/documentos).
- (2) Bolivia: Brasil envía más ayuda para combatir al dengue. <http://www.fmbolivia.com.bo/noticia9597-brasil-html>
- (3) Dengue, Wikipedia. [es.wikipedia.org/wiki/Dengue](http://es.wikipedia.org/wiki/Dengue)
- (4) Instituto Nacional de Ecología, México.  
[www.ine.gob.mx/dgicurg/plaguicidas/pdf/temefos.pdf](http://www.ine.gob.mx/dgicurg/plaguicidas/pdf/temefos.pdf)
- (5) Temefos. Fichas internacionales de Seguridad Química. Preparadas en el contexto de Cooperación entre el IPCS y la Comisión de las Comunidades Europeas. CCE, IPCS, 1994. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales de España.
- (6) Op.cit. 4.
- (7) Masuh H., Seccacini E., De Licastro S., Zerba E.: Residualidad de un formulado sólido del insecticida microbiano Bti (H-14) en el control de larvas de *Aedes Aegypti* (Diptera: Culicidae). Revista Peruana de Epidemiología, Vol 10, N° 1, 2002.
- (8) Estudio para una solicitud de uso esencial para la sustancia activa biocida temefós. Agencia Francesa de Seguridad Sanitaria del Medio Ambiente y del Trabajo (AFSSET). 30 de marzo de 2006.  
[www.afsset.fr/index.php?pageid=1864](http://www.afsset.fr/index.php?pageid=1864)
- (9) Chávez J., Córdova O., Vargas F.: Niveles de susceptibilidad a temefós en el vector transmisor del dengue en Trujillo, Perú. Anales de la Facultad de Medicina Universidad Nacional Mayor de San Marcos. ISSN 1025-5583. Págs. 53-56.
- (10) Op.cit. 7.
- (11) Ministerio del Poder Popular para la Salud, Venezuela.  
[www.mpps.gob.ve/ms/modules.php?name=Encyclopedia&op=content&tid=30](http://www.mpps.gob.ve/ms/modules.php?name=Encyclopedia&op=content&tid=30)
- (12) *Ibíd.*
- (13) *Op.cit.* 7.
- (14) *Ibíd.*
- (15) *Op.cit.* 9.
- (16) *Ibíd.*
- (17) *Ibíd.*
- (18) Hospital Italiano de Buenos Aires, Comité de Control de Infecciones.  
[www.hospitalitaliano.org.ar/comunidad/index.php?contenido\\_central=contenido\\_articulo.php&id\\_curso=978&cat\\_sel=37,38,39&col\\_derecha\\_art\\_rel=col\\_derecha\\_art\\_relacionados.php](http://www.hospitalitaliano.org.ar/comunidad/index.php?contenido_central=contenido_articulo.php&id_curso=978&cat_sel=37,38,39&col_derecha_art_rel=col_derecha_art_relacionados.php)
- (19) Norma Oficial Mexicana NOM-032-SSA2-2002, para la Vigilancia Epidemiológica, Prevención y Control de Enfermedades Transmitidas por Vector. México, D.F., a 24 de enero de 2003. Fecha de publicación: 21 de julio de 2003.
- (20) Temephos RED EPA. Última actualización: 20 de junio de 2008.  
[http://www.epa.gov/opsrrd1/REds/temephos\\_red.htm](http://www.epa.gov/opsrrd1/REds/temephos_red.htm)
- (21) *Ibíd.*
- (22) *Ibíd.*
- (23) *Ibíd.*
- (24) *Ibíd.*
- (25) *Op.cit.*11.
- (26) LIMA, Estelita Pereira et al. Resistencia de *Aedes aegypti* a temefos en comunas del estado de Ceará. *Rev. Soc. Bras. Med. Trop.* [online]. 2006, vol.39, n.3, pp. 259-263. ISSN 0037-8682. doi: 10.1590/S0037-86822006000300006.
- (27) Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical *versionPrint* ISSN 0037-8682.
- (28) Carvalho MS, Caldas ED, Degallier N, Vilarinhos PD, de Souza LC: Susceptibilidad de larvas de *Aedes aegypti* larvae en el Distrito Federal de Brasil. *POPLINE Document Number: 283491. Publicado en: Revista de Salud Pública / Journal of Public Health, 2004;38(5):[6].*

- (29) Op.cit. 9.
- (30) **Rodríguez, M.M.; Bisset, J.A.; Pérez O.; Ramos, F., y Risco E.: Modo de herencia de la resistencia a temefos (Abate) en Aedes aegypti (Diptera: Culicidae) de Cuba. Instituto de Medicina Tropical Pedro Kourí, 2005-2006.**
- (31) Op.cit. 9.
- (32) *Ibíd.*
- (33) Op.cit.20.
- (34) Op.cit. 9.
- (35) Op.cit.20.
- (36) Op.cit.20.
- (37) Op.cit. 9.
- (38) Op.cit.20.
- (39) Op.cit. 5.
- (40) Op.cit. 8.
- (41) *Ibíd.*
- (42) Op.cit.20.
- (43) Op.cit. 8.
- (44) Op.cit. 20.
- (45) *Ibíd.*
- (46) *Ibíd.*
- (47) *Ibíd.*
- (48) Op.cit. 8.
- (49) *Ibíd.*
- (50) *Ibíd.*
- (51) Op.cit.20.
- (52) Op.cit.30.
- (53) **Gras G., Pelissier C., Tack DL.: Efectos de temefós en la actividad de la acetilcolinesterasa del cerebro de Tilapia guineensis. Estudio experimental en dosis operativas. Publicado en Toxicol Eur Res. 1982 Nov; 4(6):301-8.**
- (54) Op.cit.30.
- (55) *Ibíd.*
- (56) **Pierce R., Henry M.S., Nelly D., Kozlowski W.: Evaluación de riesgo de temefós (aplicado como Abate 4-E R) para una comunidad de ciénagas salinas de Florida suroeste. Publicado en: "Environmental toxicology and chemistry" 2000, vol. 19, n°2, pp. 501-507 (33 ref.) SETAC, Pensacola, FL, ETATS-UNIS (1982) (Revue) ISSN 0730-7268 CODEN ETOCDK.**
- (57) Op.cit.30.
- (58) **Directiva 98/8/CE del Parlamento Europeo y del Consejo del 16 de febrero de 1998, relativa a la comercialización de productos biocidas.**
- (59) **Diario Oficial Unión Europea, 12 de mayo 2007.**
- (60) Op.cit. 8.
- (61) Op.cit.20.
- (62) **Prieto Díaz, V.I.; Otaño Rodríguez, A.; Pintre Novoa, A.; Palacio Estrada, D.E.: Factores relacionados con la exposición a plaguicidas en la población de Centro Habana, Cuba. 2005-2006. XXX Congreso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, 26 al 30 de noviembre de 2006, Punta del Este, Uruguay. Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental (AIDIS). VII-Prieto-Cuba-3.**
- (63) *Ibíd.*
- (64) Op.cit.19.
- (65) Op.cit.62.
- (66) Op.cit. 7.
- (67) Op.cit.11.
- (68) **Marquetti Fernández, M; Bisset Lazcano, J.A. (tutor): Aspectos bioecológicos de importancia para el control de Aedes aegypti y otros culicidos en el ecosistema urbano / Tesis para optar al grado de Doctor en Ciencias de la Salud (Instituto de Medicina Tropical Pedro Kouri). Ciudad de Habana, Cuba. Editorial Universitaria, 2008. ISBN 978-959-16-0754-6. 186 págs.**
- (69) Op.cit.20.
- (70) Op.cit.18.
- (71) Op.cit.68.