

---

**GOLFO DE MÉXICO. CONTAMINACIÓN E IMPACTO AMBIENTAL:  
DIAGNÓSTICO Y TENDENCIAS**

---

Albert, L. A., 2013. Uso de plaguicidas en las zonas costeras del Golfo de México e investigaciones sobre su impacto, p. xx-xx. En: A.V. Botello, J. Rendón von Osten, J. Benítez y G. Gold-Boucht (eds.). Golfo de México. Contaminación e impacto ambiental: diagnóstico y tendencias. UAC, UNAM-ICMYL, CINVESTAV-Unidad Mérida. xxx p.

---

# Uso de plaguicidas en las zonas costeras del Golfo de México e investigaciones sobre su impacto

1

*Lilia América Albert*

---

## RESUMEN

Se presenta un panorama general del uso de plaguicidas en el país del que se puede inferir lo que ocurre en los estados costeros del Golfo de México y se reúnen las principales investigaciones sobre el uso de dichos productos y su impacto adverso en estos estados. Se evalúa la importancia de estas investigaciones para conocer la situación en las zonas costeras del Golfo de México y se plantean algunas conclusiones.

**Palabras clave:** impacto ambiental, ecosistemas costeros.

## ABSTRACT

A general view of the use of pesticides in the country from which its use in the states located on the Gulf of Mexico can be inferred is presented. The results of the major research efforts on the adverse impact of the use of pesticides in these states are summarized. The importance of these studies to establish the situation in these zones is assessed and some conclusions are advances.

**Kew words:** environmental impact, coastal ecosystems.

## INTRODUCCIÓN

Las zonas costeras son fuente de importantes recursos naturales cuya correcta explotación puede generar notables beneficios económicos y sociales; sin embargo, esto sólo es posible si se protege el frágil equilibrio de los ecosistemas que las sustentan, estableciendo normas adecuadas para regular las actividades humanas que puedan alterarlo y vigilando estrictamente su cumplimiento.

Un problema cada vez mayor para la estabilidad ecológica de las zonas costeras es su contaminación por sustancias sintéticas, cuyo número, así como la cantidad de ellas que llega a estas zonas, son directamente proporcionales al crecimiento urbano y de las actividades humanas en sus alrededores. Si bien aún no se conocen todos los efectos adversos que pueden causar estos contaminantes en los ambientes a los que llegan, los datos disponibles indican que la mayoría de esos efectos son graves y que algunos pueden ser irreparables, sin olvidar que varios de estos contaminantes pueden interactuar entre sí de manera sinérgica y causar, a largo plazo, daños que no es fácil prever mediante estudios de laboratorio o investigaciones de alcance limitado.

Por lo que se refiere específicamente a los plaguicidas, en los ambientes costeros están ampliamente distribuidos a causa de su uso para el combate de las plagas que afectan las actividades agropecuarias y de los vectores que transmiten enfermedades a los seres humanos y a los animales. Debido a las nocivas propiedades fisicoquímicas y biológicas de estos productos que se han resumido en los capítulos previos, su presencia en estas

zonas presenta grandes riesgos en términos económicos, sociales, de salud y, desde luego, de estabilidad ambiental, pues en ellas hay hábitats esenciales para la reproducción, el crecimiento y la protección de innumerables especies, muchas de importancia comercial y todas de importancia ecológica. Estas especies, así como los ecosistemas de cuya estabilidad dependen, pueden ser afectados drásticamente de manera negativa por los plaguicidas, en particular, en el mediano y largo plazos, lo que es más importante que las mortandades masivas ocasionales que, aunque llaman la atención cuando ocurren, pueden no tener consecuencias graves a largo plazo.

A pesar de que en otros países existen numerosos estudios sobre los efectos negativos del uso de plaguicidas para las zonas costeras, en México estos efectos se desconocen en gran medida, como puede confirmarse al revisar la información reunida en este Capítulo.

### FUENTES DE PLAGUICIDAS PARA LAS ZONAS COSTERAS

Las actividades agropecuarias y las campañas de salud para controlar los vectores de enfermedades endémicas son el principal origen de los plaguicidas para las zonas costeras; este origen es complejo debido a la variedad de usos a que se dedican estas sustancias, los diversos grupos de compuestos que se utilizan y las grandes cantidades en que se aplican. También pueden ser fuentes de plaguicidas para estas zonas las descargas urbanas e industriales, tanto continuas como

ocasionales, procedentes de los asentamientos humanos aledaños.

El volumen de plaguicidas que se utilizan en las actividades agropecuarias y las campañas de salud depende del tipo de plaga para cuyo control se aplican, su resistencia relativa a los compuestos utilizados y la cantidad de generaciones que presenten por año (Martin, 1973), de la persistencia de la actividad biológica del ingrediente activo (Plapp, 1981), así como de las condiciones climáticas prevalecientes.

La frecuencia de aplicación de los plaguicidas también tiene variaciones importantes dependiendo del tipo de plaga o vector y del cultivo. Por ejemplo, en el caso de las hortalizas y del algodón, se requieren múltiples aplicaciones de distintos compuestos a lo largo del ciclo del cultivo para controlar a los diferentes insectos que los atacan. De igual forma, para mantener niveles adecuados de morbilidad en las áreas con paludismo endémico o dengue se pueden requerir varias aplicaciones de plaguicidas al año. En el otro extremo se puede mencionar al control

de langostas, para el que se pueden obtener buenos resultados con una o dos aplicaciones cada cierto número de años o en temporadas específicas (Green *et al.*, 1977). Un ejemplo intermedio son las aplicaciones anuales de herbicidas para lograr un control efectivo de las malezas (Madhun & Freed, 1990).

Estas variables determinan la tasa y frecuencia de aplicación de los plaguicidas y, por lo tanto, el riesgo para el medio ambiente que se debe a una fuente en particular.

Como se mencionó en el primer Capítulo de esta Sección, un problema derivado de las aplicaciones frecuentes de un plaguicida, o de plaguicidas cuyo mecanismo de acción está relacionado, es el desarrollo de resistencia por parte de los organismos plaga o la sustitución de especies susceptibles a dicho plaguicida o plaguicidas por otras más tolerantes (Georghiou & Mellon, 1983), lo que causa que sea necesario utilizar mayores cantidades de plaguicidas o sustituirlos por otros más eficaces para obtener resultados similares en el control de una plaga en particular.

## USO DE PLAGUICIDAS EN MÉXICO

No hay datos actuales disponibles sobre la cantidad, tipo y aplicaciones de plaguicidas en el país; los más mencionados por los distintos autores datan de 1995, cuando la Asociación Mexicana de la Industria de Plaguicidas y Fertilizantes (AMIPFAC), -actualmente Asociación Mexicana de la Industria de Fitosanitarios, A.C., (AMIFAC)-, señaló que, se utilizaron en México 54 678.96 toneladas de plaguicidas en ese año, de las cuales el 47%

(25 516.71 ton) fueron insecticidas, 29% (15 719.13 ton), herbicidas, 17% (9 124.48 ton), fungicidas y 7% (4 318.65) otros. Se calcula que unas 5 mil toneladas del total, es decir, poco menos del 10%, se dedicaron a usos urbanos (INE, 2000).

Conforme a esta Asociación, en 1995 el mayor volumen de plaguicidas se aplicaba en los cultivos de maíz, hortalizas, caña de azúcar y algodón, mientras cantidades me-

nores se empleaban en granos como sorgo y trigo y en algunos frutales como cítricos o aguacate (INE, 2000).

El Instituto Nacional de Ecología (INE, 2000) retomó los datos de AMIPFAC y señaló que los plaguicidas de mayor uso en México en 1995 fueron: Paratión, Metamidofós, Malatión, 2,4-D, Clorotalonil, Atrazina, Endosulfán, Paraquat, Glifosato, Metomilo, Clorpirifós etil, Carbofurán, Captán, Diazinón, Mancozeb, Metalaxil y Permetrina.

Es notorio que, en cuanto a los insecticidas, en esta lista solamente aparecen un insecticida organoclorado, el Endosulfán, un carbamato, el Carbofurán y un piretroide, la Permetrina, mientras los demás insecticidas son organofosforados. En esta lista también es notorio el predominio de los herbicidas, en particular, 2,4-D, Atrazina, Paraquat y Glifosato.

En la tabla 1 se resume la información que SEMARNAT (2010) presenta respecto al uso de plaguicidas en el país entre 1994 y 2008.

Como se puede ver, entre 1996 y el año 2001 el uso de plaguicidas en el país fluctuó alrededor de 55 000 toneladas anuales pero, a partir del 2005, tuvo un aumento sostenido, el cual es más evidente en 2007 y 2008. Es igualmente notorio que el uso de insecticidas descendió de manera continua a partir del 2000, mientras el de herbicidas y fungicidas aumentó.

Según COFEPRIS, la producción de plaguicidas y fertilizantes en México tuvo una tendencia creciente de 9% entre 2007 y 2011; en este último año, su valor fue de 8 746 millones de pesos (aproximadamente 672 millones de dólares) y representó el 1.90% de la producción total de la industria química (COFEPRIS, 2012).

**Tabla 1.** Uso de plaguicidas en México, 1994-2008\*.

| Año  | Insecticidas | Fungicidas | Herbicidas | Total |
|------|--------------|------------|------------|-------|
| 1994 | 20           | 17         | 8          | 45    |
| 1995 | 17           | 17         | 7          | 41    |
| 1996 | 22           | 21         | 13         | 56    |
| 1997 | 20           | 27         | 12         | 59    |
| 1998 | 19           | 23         | 17         | 59    |
| 1999 | 11           | 2          | 17         | 30    |
| 2000 | 19           | 23         | 20         | 62    |
| 2001 | 15           | 20         | 20         | 55    |
| 2002 | 16           | 20         | 22         | 58    |
| 2003 | 15           | 21         | 22         | 58    |
| 2004 | 13           | 20         | 19         | 52    |
| 2005 | 14           | 19         | 28         | 61    |
| 2006 | 15           | 21         | 30         | 66    |
| 2007 | 16           | 20         | 28         | 74    |
| 2008 | 22           | 40         | 31         | 93    |

\* Toneladas por 10<sup>3</sup>.

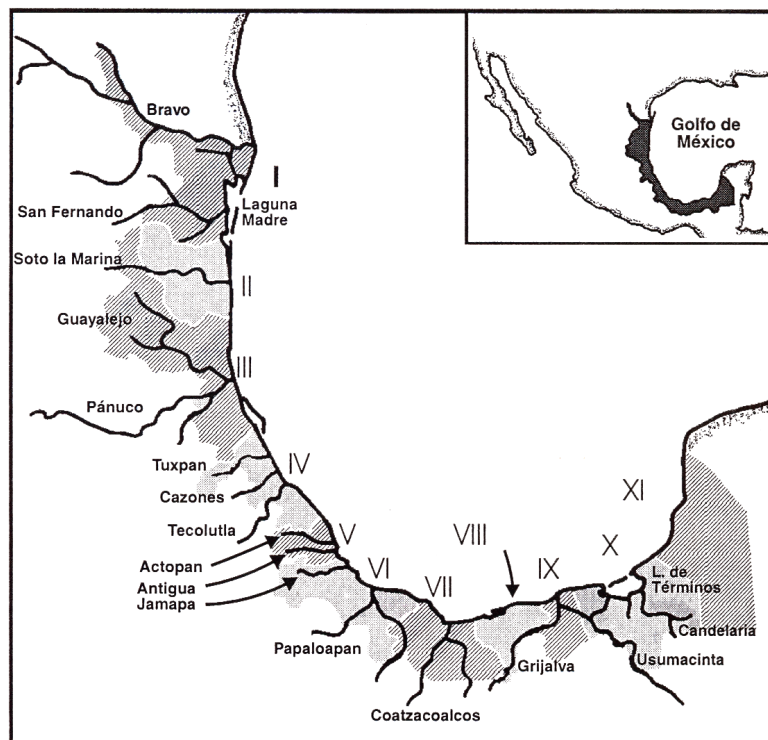
Fuente: Semarnat, 2010.

Conforme al VIII Censo Nacional Agropecuario, los estados con mayor uso de plaguicidas en el país entre 2001 y 2007 fueron Sinaloa, Chiapas, Veracruz, Jalisco-Nayarit-Colima, Sonora-Baja California, Tamaulipas, Michoacán, Tabasco, Estado de México y Puebla-Oaxaca (INEGI, 2010). Se calcula que en ellos se aplicó el 80% de total de plaguicidas usados en esos años en el país, lo que muestra la fuerte concentración del uso de plaguicidas en algunas regiones y algunos cultivos. En esta relación destaca el importante lugar que ocupan los estados de Veracruz, Tamaulipas y Tabasco, que forman parte de la zona costera del Golfo de México.

Ante la falta de información adecuada sobre el uso de plaguicidas en los estados costeros del Golfo de México (ECGM) Benítez y Bárcenas (1996) propusieron ordenar la zona conforme a regiones de características hidrológicas y actividades agrícolas similares, como se muestra en la figura 1.

Estos autores agruparon las características de las regiones, sus principales cultivos en ellas y la ruta de entrada de los plaguicidas que se apliquen en ellas hacia el Golfo de México, como se muestra en la tabla 2.

Si bien estos datos no incluyen lo relativo al uso de plaguicidas en la ganadería y las campañas de salud, sí resumen adecuadamente la información sobre las actividades



**Figura 1.** Regiones de los estados costeros del Golfo de México.  
Fuente: Benítez y Bárcenas, 1996.

**Tabla 1.** Regiones agrícolas de los ECGM.

| Región | Superficie, ha |           |      | Principales cultivos                          | Principal ruta de entrada al Golfo de México |
|--------|----------------|-----------|------|-----------------------------------------------|----------------------------------------------|
|        | Total          | Cultivada | %    |                                               |                                              |
| I      | 2 919 600      | 868 380   | 29.7 | Sorgo, maíz, algodón, frijol, sandía, soya    | Río Bravo y Laguna Madre                     |
| II     | 1 835 800      | 75 618    | 0.4  | Sorgo, maíz, algodón, frijol, cártamo         | Río Soto la Marina                           |
| III    | 4 123 200      | 774 187   | 18.7 | Sorgo, jitomate, maíz, soya, cártamo, algodón | Río Pánuco                                   |
| IV     | 1 414 500      | 209 097   | 14.8 | Cítricos, maíz, frutales, chile, caña         | Ríos Tuxpan, Cazones y Tecolutla             |
| V      | 722 300        | 123 153   | 17.1 | Maíz, caña, frutales, frijol, arroz, trigo    | Ríos Actopan y La Antigua                    |
| VI     | 2 257 200      | 156 374   | 6.9  | Maíz, caña, arroz, frutales, chile            | Ríos Jamapa y Papaloapan                     |
| VII    | 1 835 900      | 98 176    | 5.3  | Maíz, caña, frijol, cítricos, arroz, coco     | Río Coatzacoalcos                            |
| VIII   | 1 288 100      | 23 399    | 1.8  | Caña, frijol, maíz, sandía, sorgo, hortalizas | Lagunas del Carmen y Machona                 |
| IX     | 1,238,500      | 9,346     | 0.7  | Maíz, frijol, caña, sorgo, sandía             | Río Grijalva                                 |
| X      | 2,148,700      | 57,281    | 2.7  | Maíz, arroz, caña, sandía, sorgo, frijol      | Laguna de Términos                           |
| XI     | 2,932,400      | 60,467    | 2.1  | Maíz, arroz, naranja, algodón, frutales       | Indefinida                                   |

Fuente: Benítez y Bárcenas, 1996.

agrícolas de los ECGM que estaba disponible hasta 1995 y proporcionan un enfoque general al respecto.

Además de lo anterior, Benítez y Bárcenas (1996) agruparon los ECGM en tres zonas (figura 2): Norte, Centro y Sureste y resumieron algunas características del uso de plaguicidas en cada zona en esa fecha.

**Zona Norte.** Está comprendida entre los ríos Bravo y Pánuco e incluye a las regiones I, II y III (figura 1); se caracteriza por el uso elevado de plaguicidas, tanto en volumen (77% del total de los ECGM), como en intensidad de aplicación; la mayoría de los compuestos

son insecticidas y, en menor grado, fungicidas, los cuales se aplican principalmente en el ciclo otoño-invierno, sobre todo para maíz y sorgo. En esta zona es mínimo el uso de plaguicidas para control de vectores.

**Zona Centro.** Se ubica entre los ríos Tuxpan y Coatzacoalcos e incluye las regiones IV, V, VI y VII (figura 1). En ella el uso de plaguicidas es intermedio y equivale a 16% del volumen total en los ECGM. La mitad de los productos son insecticidas y, el resto, fungicidas y herbicidas a partes iguales. En ella, el uso de plaguicidas para control de vectores tiene una importancia intermedia.

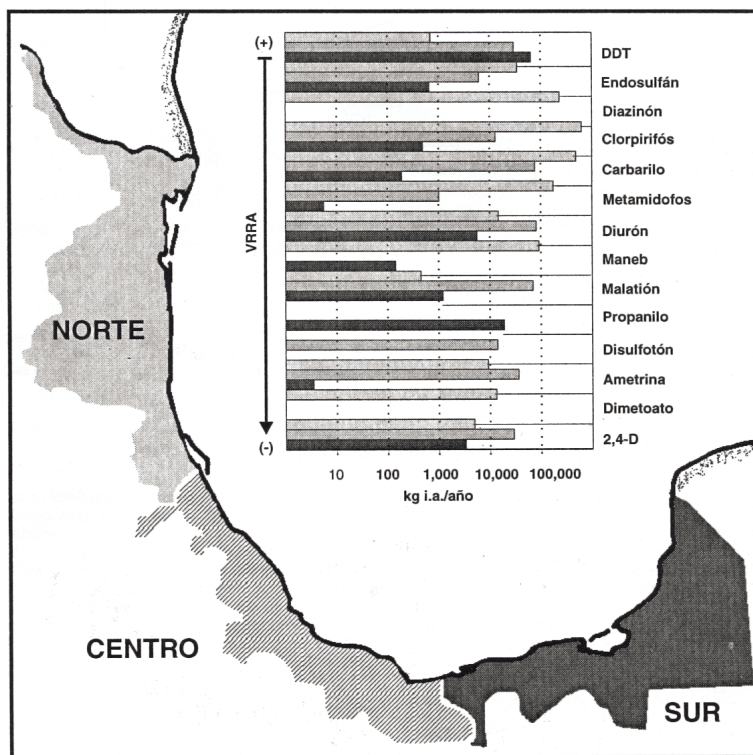


Figura 1. Zonas del Golfo de México.  
Fuente: Benítez y Bárcenas, 1996..

**Zona Sureste.** Comprende el sur de Veracruz y los estados de Tabasco y Campeche e incluye las regiones VIII, IX, X y XI (figura 1). En ella los volúmenes de uso de plaguicidas son los más bajos para los ECGM y el uso de herbicidas tiene mayor importancia que el de insecticidas y fungicidas. En esta zona es importante la aplicación de insecticidas para el control de vectores.

En cuanto a las tendencias del uso de plaguicidas en estas zonas, Benítez y Bárcenas (1996) afirman que las actividades agrícolas en ellas están estrechamente relacionadas con los paquetes tecnológicos que recomiendan las autoridades federales de agricultura para los principales cultivos, los cuales están en

función de los usos del suelo predominantes en dichas zonas.

Algunos cambios importantes que identificaron estos autores fueron, en el caso de la Zona Norte, la sustitución casi total de cultivo de algodón por sorgo y hortalizas, a causa de la resistencia que habían adquirido las plagas del algodón hacia los plaguicidas en uso, lo cual modificó totalmente el patrón de uso de plaguicidas en esa zona. Algo similar ocurrió con el programa arrocero que se introdujo en los años 80 en los estados de Tabasco y Campeche, el cual causó un aumento importante en el uso de herbicidas en esa zona.

Hay, además, algunos factores locales que influyen en dicho uso, como la plaga de langosta que se presenta de manera intermitente en el norte del estado de Campeche, la cual sólo se combate cuando las poblaciones de langosta se convierten en un problema real para la agricultura.

En cuanto al control de vectores, la aplicación de plaguicidas depende del número de casos de paludismo y dengue que se reporten en cada localidad. A partir de que dejó de usarse el DDT para este fin, se han

utilizado principalmente el plaguicida organofosforado abate (temefós) para el control de larvas y una mezcla de permetrina con sustancias coadyuvantes para el combate de los adultos (Cenavece, 2012). Para el control de diversos vectores, esta misma institución recomienda varios insecticidas organofosforados y piretroides (Cenavece, 2012), lo que confirma que, oficialmente, en México ya no se usan organoclorados para el control de vectores.

## INVESTIGACIÓN SOBRE PLAGUICIDAS EN LAS ZONAS COSTERAS DEL GOLFO DE MÉXICO

Tratando de documentar el daño que ha causado el uso de plaguicidas a los ecosistemas de las zonas costeras del Golfo de México (ZCGM) se hizo una revisión bibliográfica dirigida que, a pesar de no ser exhaustiva, permitió establecer en términos generales lo que se conoce sobre el uso de plaguicidas en esta zona y sus consecuencias negativas y, quizá, más importante, lo que es necesario evaluar.

En el Anexo 1, agrupados por temas y en orden cronológico se presenta el listado de los artículos que se consideró que eran más representativos de las investigaciones que se han realizado en esta zona sobre la presencia y efectos adversos de los plaguicidas en el ambiente y las poblaciones locales. En vista de su importancia para iniciar los estudios sobre este tema, se incluyen algunos estudios que se realizaron hace algunos años.

### TEMAS

Los temas que se consideraron para agrupar dichas investigaciones fueron:

- A. Monitoreo ambiental de plaguicidas, con los subtemas: Aire, Sedimentos, Suelos y aire, Fauna, Fauna y sedimentos, Flora y fauna, Agua, biota y sedimentos, Suelos y vegetales.
- B. Efectos adversos de los plaguicidas en la fauna.
- C. Ecotoxicología de los plaguicidas.
- D. Evaluación de biomarcadores para detectar los efectos adversos de los plaguicidas.
- E. Efectos endocrinos de los plaguicidas en la fauna.
- F. Evaluación de las condiciones ambientales en las zonas costeras.

También se consideraron temas relativos a la presencia de plaguicidas en tejidos humanos, su posible origen y sus efectos adversos que, aunque no se refieren de manera directa



a lo que ocurre en el ambiente de los estados costeros del Golfo de México, aportan información sobre el impacto de los plaguicidas en las poblaciones humanas de estas zonas y pueden permitir sacar conclusiones sobre el uso de estos compuestos en ellas y las condiciones en que se aplican. Estas investigaciones se agruparon en los siguientes rubros:

- G. Residuos de plaguicidas en alimentos de origen animal.
- H. Residuos de plaguicidas en tejidos humanos: (a) en Veracruz, (b) en Yucatán, (c) en Veracruz y Puebla y (d) en otros estados.
- I. Efectos adversos de los plaguicidas para la población general.
- J. Efectos endocrinos de los plaguicidas en los seres humanos.
- K. Efectos adversos de los plaguicidas para los trabajadores.

Aunque también se identificaron varias tesis de licenciatura y de maestría que tratan sobre estos temas, no se incluyeron en este recuento ya que sus resultados no han sido publicados formalmente y no están ampliamente disponibles en la literatura científica, lo que les resta vigencia e impacto.

Por otra parte, los resultados de algunas investigaciones realizadas en estas zonas han sido publicados únicamente en boletines o documentos internos de algunas universidades, por lo que, al igual que el caso anterior, su importancia y utilidad son reducidas debido a la escasa difusión de este tipo de publicaciones.

## INVESTIGACIONES

En cuanto a las investigaciones realizadas en la zona, en la tabla 3 se presenta el número de investigaciones identificadas en cada uno de los temas antes mencionados.

En la relación anterior es notorio el reducido número de investigaciones que se han realizado en los ECGM sobre la presencia de plaguicidas en el ambiente y las poblaciones humanas, así como sobre sus efectos adversos, en particular, en vista del volumen de plaguicidas que es probable que se usen en estos estados.

## INSTITUCIONES

En la tabla 4 se resume lo relativo a las instituciones en las que se realizaron las investigaciones antes mencionadas. En los estudios realizados en estas instituciones colaboraron investigadores de la misma institución y de otras, tanto nacionales, como internacionales.

Con una participación menor se identificaron algunas instituciones como el Instituto de Ecología, A.C., el Instituto Nacional de Salud Pública y la Universidad Autónoma de San Luis Potosí. También realizaron estudios sobre estos temas investigadores del Centro de Ciencias de la Atmósfera-UNAM y de la Universidad Autónoma de Tamaulipas; sin embargo, su participación es ocasional y no es relevante para documentar el uso de plaguicidas en los ECGM y el daño ambiental que causan.

En la lista anterior destaca que tres de las instituciones que han contribuido de manera importante a la evaluación de la presencia y efectos adversos de los plaguicidas en estos estados (Instituto de Ciencias del Mar y Limnología-UNAM Cinvestav-IPN, Unidad Mérida y Facultad de Medicina UADY) no están ubicadas en ellos, y solamente dos (UV y UAC) están ubicadas en esos estados.

A pesar de que varias universidades en los ECGM cuentan con Facultades de Biología y Agronomía, en éstas no se han realizado

**Tabla 3.** Investigaciones sobre plaguicidas en los ECGM.

| Tema                                                               | Subtema                  | Investigaciones |
|--------------------------------------------------------------------|--------------------------|-----------------|
| A. Monitoreo ambiental                                             | Aire                     | 2               |
|                                                                    | Sedimentos               | 1               |
|                                                                    | Suelo y aire             | 1               |
|                                                                    | Fauna                    | 1               |
|                                                                    | Fauna y sedimentos       | 4               |
|                                                                    | Flora y fauna            | 1               |
|                                                                    | Agua, biota y sedimentos | 1               |
|                                                                    | Suelos y vegetales       | 2               |
|                                                                    | <b>Subtotal</b>          | <b>13</b>       |
| B. Efectos adversos en la fauna                                    |                          | 5               |
| C. Ecotoxicología                                                  |                          | 1               |
| D. Biomarcadores para detectar efectos de los plaguicidas          |                          | 3               |
| E. Efectos endocrinos de los plaguicidas en la fauna               |                          | 3               |
| F. Evaluación de las condiciones ambientales en las zonas costeras |                          | 3               |
|                                                                    | <b>Subtotal</b>          | <b>15</b>       |
| G. Residuos de plaguicidas en alimentos de origen animal           |                          | 4               |
| H. Residuos de plaguicidas en tejidos humanos                      | En Veracruz              | 8               |
|                                                                    | En Yucatán               | 3               |
|                                                                    | En Veracruz y Puebla     | 1               |
|                                                                    | En otros estados         | 3               |
|                                                                    | <b>Subtotal</b>          | <b>19</b>       |
| I. Efectos adversos de los plaguicidas para la población general   |                          | 1               |
| J. Efectos endocrinos de los plaguicidas en seres humanos          |                          | 3               |
| K. Efectos adversos de los plaguicidas para los trabajadores       |                          | 2               |
|                                                                    | <b>Subtotal</b>          | <b>6</b>        |
| <b>Total</b>                                                       |                          | <b>53</b>       |

investigaciones formales para documentar la presencia de plaguicidas en la zona y el daño que causan, lo que debería ser un importante motivo de reflexión para las autoridades respectivas.

### PLAGUICIDAS EVALUADOS

En la tabla 5 se resume lo relativo a los plaguicidas evaluados en los estudios antes mencionados y los temas respectivos.

**Tabla 4.** Instituciones\*, investigadores y número de estudios.

| Institución                                                                                | Investigador principal             | Número de estudios |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|--------------------|
| Cinvestav-IPN, Unidad Mérida                                                               | Gerardo Gold-Bouchot               | 11                 |
| Instituto EPOMEX, Universidad Autónoma de Campeche (UAC)                                   | Jaime Rendón von Osten             | 7                  |
| Facultad de Medicina, Universidad Autónoma de Yucatán (UADY)                               | Jorge A. Alvarado Mejía            | 6                  |
| Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) | Alfonso V. Botello y Gilberto Díaz | 3                  |
| Instituto de Medicina Forense, Universidad Veracruzana (UV)                                | Stefan M. Waliszewski              | 19                 |
| Otras instituciones                                                                        |                                    | 7                  |
| Total                                                                                      |                                    | 53                 |

**Tabla 5.** Plaguicidas y temas evaluados.

| Plaguicidas                   | Número de estudios |
|-------------------------------|--------------------|
| Organoclorados, residuos      | 33                 |
| Organoclorados, efectos       | 2                  |
| Organofosforados, efectos     | 2                  |
| Biomarcadores                 | 3                  |
| Herbicidas, efectos           | 3                  |
| Ecotoxicología                | 1                  |
| Efectos endocrinos en fauna   | 3                  |
| Efectos endocrinos en humanos | 3                  |
| Evaluación ecológica          | 3                  |
| Total                         | 53                 |

Aunque algunos estudios sobre plaguicidas organoclorados se refieren únicamente al DDT, la mayoría lo evalúan en conjunto con otros plaguicidas organoclorados, o bien, con éstos y con contaminantes orgánicos persistentes (COP) como policlorobifenilos (PCB) o hidrocarburos aromáticos polinucleares (HAP).

Si bien los estudios sobre métodos para determinar los efectos de los contaminantes en la estabilidad ambiental de la zona no se

refieren específicamente a plaguicidas, se incluyen en esta relación por la importancia que tienen, para estudios futuros, sus resultados y el enfoque que se propone en ellos.

Llaman la atención los muy escasos estudios realizados sobre los diversos herbicidas que se usan en los ECGM, como picloram, glifosato y 2,4-D, que, según los datos disponibles, están entre los de uso más frecuente en estos estados.

Igualmente se debe destacar que no se encontró ninguna investigación sobre el uso de fungicidas en ellos y sus posibles efectos adversos, a pesar de que las estadísticas disponibles (SEMARNAT, 2010) indican que su uso va en aumento y de que se puede suponer que es importante el uso de estos compuestos en algunos cultivos de los ECGM, como el arroz.

Finalmente, considerando los graves efectos de los piretroides para los ecosistemas acuáticos que han sido documentados hasta el momento, es notorio que tampoco se identificó un solo estudio dedicado a este tema para los ECGM.

## COMENTARIOS

### DISPONIBILIDAD DE INFORMACIÓN

No se puede dejar de mencionar la falta de información oficial sobre el uso de plaguicidas, no sólo en los ECGM, sino en todo el país, ya que las estadísticas disponibles, además de ser escasas, no son recientes ni están desagregadas, por lo que no permiten evaluar lo que ocurre en cada estado o en cada zona agrícola.

Por otra parte, lo que recomiendan las autoridades de agricultura puede ser muy diferente a lo que los agricultores aplican en la práctica. Esta falta de datos impide que las investigaciones se orienten hacia lo que es esencial: Conocer qué pasa en la realidad con el uso de estas sustancias en cada uno de los estados y cuáles son sus riesgos reales para el ambiente y la salud de la población.

La consecuencia inmediata de estas deficiencias es que las autoridades carecen de información sobre los efectos adversos que se pueden presentar en la población general y en los ecosistemas afectados como resultado del uso de plaguicidas y, en consecuencia, están impedidas para tomar medidas adecuadas de control, entre ellas, regular el uso de plaguicidas y exigir a las compañías y los usuarios que proporcionen datos actuales que permitan establecer un mapa de los riesgos derivados de los usos de estos productos.

Por otra parte, en general, los datos sobre los daños derivados del uso de plaguicidas en México son parciales y definitivamente insuficientes, en especial, si se toma en cuenta el volumen probable de uso de estos productos y la variedad de sus aplicaciones.

Aunque hay varias razones para esto, entre ellas destaca el hecho de que evaluar los riesgos de cualquier tipo no ha sido prioritario para los gobernantes, probablemente porque piensen que hablar de riesgos puede perjudicar la imagen internacional del país, reducir la llegada de nuevos capitales, o afectar el turismo. Esto, sin contar con que los intereses de la industria y la agroindustria han contribuido para que no exista un diagnóstico correcto de esos problemas.

Una consecuencia directa es que, por lo común, no hay fondos oficiales para realizar estudios que permitan documentar estos riesgos o, cuando los hay, son insuficientes; como resultado, las investigaciones sobre la presencia de plaguicidas en México y sus efectos adversos sobre la salud y el ambiente son parciales y de poco alcance y no permiten contar con una imagen adecuada de la situación. En consecuencia, no existen datos suficientes sobre la presencia de plaguicidas en los diferentes sustratos ambientales del país; tampoco hay estadísticas confiables de las intoxicaciones por plaguicidas en las zonas rurales ni, mucho menos, se han realizado estudios epidemiológicos para detectar los efectos crónicos de los plaguicidas, los que deberían existir al menos para los jornaleros agrícolas.

Aunque muy pocos estudios han evaluado las condiciones reales de uso de plaguicidas en México y las consecuencias adversas para la salud, el ambiente, la economía y la estabilidad social que pueden estar asociadas con dicho uso; sin embargo, a pesar de ser escasos, sus resultados permiten documentar

que carecen de credibilidad las declaraciones oficiales sobre el control que existe en este rubro.

Al revisar las investigaciones sobre la presencia de plaguicidas en distintos sustratos en las zonas costeras del Golfo de México y sus efectos adversos en el ambiente y la salud, se observa que la gran mayoría de las que se reúnen en este Capítulo (35 de 53) no se han dedicado a los productos de uso actual y, en general, se han limitado a determinar los residuos de plaguicidas persistentes en alimentos, tejidos humanos o el ambiente, a pesar de que en el Catálogo de Plaguicidas vigente en el país sólo aparece un insecticida organoclorado, el endosulfán, el cual saldrá de registro en el 2015, por lo que es cuestionable que se continúen realizando investigaciones sobre productos que ya han sido discontinuados en el país, mientras se ignora de manera prácticamente total lo relativo a muchos otros, como herbicidas, fungicidas e insecticidas piretroides, cuyo uso actual es importante y, probablemente, creciente.

Por otro lado, únicamente 3 de las 53 investigaciones aquí reunidas están enfocadas a evaluar las consecuencias adversas de la presencia de contaminantes diversos para el equilibrio ambiental de las zonas afectadas.

La falta de suficientes investigaciones que aporten datos actuales y relevantes en este tema se puede deber a que existe un círculo vicioso en la investigación que se realiza en México sobre los plaguicidas y sus efectos: Las autoridades no consideran que los problemas derivados del uso de estos productos

sean prioritarios, debido a que no hay suficientes datos confiables sobre sus efectos adversos para el equilibrio ambiental y la salud; por lo tanto, no le asignan recursos suficientes a su control, no establecen una política pública explícita al respecto ni destinan suficientes fondos para realizar investigaciones adecuadas sobre dichos efectos.

Debido a que no hay recursos o a que las autoridades del sector de ciencia y tecnología no consideran que este tema es prioritario, los investigadores carecen de incentivos para dedicarse a este campo, lo que, a su vez, causa que los datos disponibles sean escasos, poco representativos y no justifiquen un cambio de actitud en las autoridades, lo que cierra el círculo.

Por lo tanto, para lograr un cambio de actitud en las autoridades y una mayor participación de los investigadores en el tema sería importante encontrar formas de romper este círculo vicioso.

Si esto se logra, sería importante que, en un futuro cercano, se apoye oficialmente la obtención de datos confiables sobre la presencia y efectos adversos de los plaguicidas para el ambiente y la salud en el país de modo que eventualmente se cuente con un mapa de riesgos que identifique las regiones y los grupos humanos para los que es urgente establecer medidas correctivas y se cuente con información reciente que permita fundamentar las acciones de control y las modificaciones de la normatividad para actualizarla y adaptarla a la situación que prevalece en el país.

## ANEXO 1.

## ARTÍCULOS CIENTÍFICOS SOBRE EL USO DE PLAGUICIDAS EN LA ZONA COSTERA DEL GOLFO DE MÉXICO Y SUS IMPACTOS

## A. ARTÍCULOS SOBRE MONITOREO AMBIENTAL

## A.1. En aire

Alegria, H. A., F. Wong, T. Bidleman, M. Salvador-Figueroa, G. Gold-Bouchot, S. Waliszewski, V. Ceja Moreno & R. Infanzón, 2005. Ambient air levels of organochlorine pesticides in air in southern Mexico. pp: 225-235. En: Botello, A.V., J. Rendón von Osten, G. Gold-Bouchot, C. Agraz-Hernández C (eds.) Golfo de México, contaminación e impacto ambiental: Diagnóstico y tendencias, 2ª ed., Universidad Autónoma de Campeche, Campeche, México.

Alegria, H. A., F. Wong, L. M. Jantunen, T. F. Bidleman, M. Salvador Figueroa, G. Gold Bouchot, V. Ceja Moreno, S. M. Waliszewski & R. Infanzon. 2008. Organochlorine pesticides and PCBs in air of southern Mexico (2002–2004) *Atmospheric Environment*, 42: 8810–8818.

## A.2. En sedimentos

Rendón-von Osten, J., M. Memije Canepa and N. A. Ek Moo, 2006. Plaguicidas orgánicos persistentes (POPs) en sedimentos de la costa sur de Campeche, México. pp: 249-260. En: Botello, A.V., J. Rendón von Osten, G. Gold-Bouchot, C. Agraz-Hernández C (eds.) Golfo de México, contaminación e impacto ambiental: Diagnóstico y tendencias, 2ª ed., Universidad Autónoma de Campeche, Campeche, México.

## A.3. En suelos y aire

Wong, F., H. A. Alegria, L. M. Jantunen, T. F. Bidleman, M. Salvador-Figueroa, G. Gold-Bouchot, V. Ceja-Moreno, S. M. Waliszewski & R. Infanzon, 2008. Organochlorine pesticides in soils and air of southern Mexi-

co: Chemical profiles and potential for soil emissions. *Atmospheric Environment*, 42: 7737–7745.

## A.4. En fauna

Rosales, L., A. V. Botello, H. Bravo, & E. F. Mandelli, 1979. PCB's and organochlorine insecticides in oysters from coastal lagoons of the Gulf of Mexico. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, 21: 652-656.

## A.5. En fauna y sedimentos

Gold-Bouchot, G., T. Silva-Herrera, & O. Zapata-Pérez. 1993. Chlorinated pesticides in the rio Palizada, Campeche, Mexico. *Mar. Pollut. Bull.*, 26 (11), 648–650.

Gold-Bouchot, G., T. Silva-Herrera, & O. Zapata-Pérez. 1995. Organochlorine pesticide residue concentrations in biota and sediments from rio Palizada, Mexico. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, 54:554-561.

Díaz-González, G. y L. Rueda Quintana, 1996. Niveles de concentración de plaguicidas organoclorados en las Lagunas del Carmen, Machona y Alvarado. pp: 177-185. En: Botello, A.V., J. L. Rojas Galaviz, J. A. Benítez and D. Zárate-Lomelí (eds.) Golfo de México, contaminación e impacto ambiental: Diagnóstico y tendencias, 1ª ed., Epomex, Universidad Autónoma de Campeche, Campeche, México.

Viveros, A. D., y L. A. Albert, 1996. Estudio de caso: Plaguicidas organoclorados en sedimento y organismos del Río Blanco, Veracruz. pp: 169-176. En: Botello, A.V., J. L. Rojas Galaviz, J. A. Benítez and D. Zárate-Lomelí (eds.) Golfo de México, contaminación e impacto ambiental: Diagnóstico y tendencias, 1ª ed., Epomex, Universidad Autónoma de Campeche, Campeche, México.

**A.6. En flora y fauna**

Díaz-González, G., A. V. Botello y G. Ponce-Vélez, 2005. Plaguicidas organoclorados en pastos y peces de los sistemas Candelaria-Panlau y Palizada del este, Laguna de Términos, Campeche, México. pp. 207-223. En: Botello, A.V., J. Rendón von Osten, G. Gold-Bouchot, C. Agraz-Hernández C (eds.) Golfo de México, contaminación e impacto ambiental: Diagnóstico y tendencias, 2ª ed., UAC, Campeche, México.

**A.7. En agua, biota y sedimentos**

Carvalho, F. P., J. P. Villeneuve, C. Cattini, J. Rendón, & J. Mota de Oliveira, 2009. Pesticide and PCB residues in the aquatic ecosystems of Laguna de Terminos, a protected area of the coast of Campeche, Mexico. *Chemosphere* 74: 988-995.

**A.8. En suelo y vegetales**

Waliszewski, S. M., O. Carvajal, R. M. Infanzón, P. Trujillo, A. A. Aguirre, & M. Maxwell, 2004. Levels of organochlorine pesticides in soils and rye plant tissues in a field study. *J Agric Food Chem.*, 52:7045-7050.

Waliszewski, S.M., O. Carvajal, S. Gómez-Arroyo, O. Amador-Muñoz, R. Villalobos-Pietrini, P. M. Hayward-Jones, & R. Valencia-Quintana, 2008. DDT and HCH isomer levels in soils, carrot root and carrot leaf samples. *Bull Environ Contam Toxicol.*, 81:343-347.

**B. ARTICULOS SOBRE****EFFECTOS ADVERSOS EN FAUNA**

Martínez, I., M. R. Cruzy, y J. P. Lumaret, 2000. Efecto del diferente manejo de los pastizales y del ganado sobre los escarabajos *Ataenius apicalis* Hinton y *Ataenius sculptor* Harold (Scarabaeidae: Aphodiinae: Eupariini. *Acta Zool. Mex. (n.s.)*, 80: 185-196.

Martínez, I., J. P. Lumaret, & M. R. Cruz. 2001. Suspected side effects of a herbicide on dung beetle populations (Coleoptera: Scarabaeidae). *Life Sciences* 324: 989-994

Morales Rodríguez, M., y V. M. Cobos-Gasca, 2005. DDT y derivados en huevos de la tortuga de carey *Eretmochelys imbricata* (Linnaeus, 1766) en las costas del estado de Campeche. pp: 237-248. En: Botello, A.V., J. Rendón von Osten, G. Gold-Bouchot, C. Agraz-Hernández C (eds.) Golfo de México, contaminación e impacto ambiental: Diagnóstico y tendencias, 2ª ed., Universidad Autónoma de Campeche, Campeche, México.

Martínez I. y M. Cruz, 2009. El uso de químicos veterinarios y agrícolas en la zona ganadera de Xico, centro de Veracruz, México, y el posible impacto ambiental. *Acta Zool. Mex.*, 25(3): 673 - 681.

González-Mille, D. J., C. A. Ilizaliturri-Hernández, G. Espinosa-Reyes, R. Costilla-Salazar, F. Díaz-Barriga, I. Ize-Lema & J. Mejía-Saavedra, 2010. Exposure to persistent organic pollutants (POPs) and DNA damage as an indicator of environmental stress in fish of different feeding habits of Coatzacoalcos, Veracruz, Mexico. *Ecotoxicology*, 19:1238-1248. doi 10.1007/s10646-010-0508-x.

**C. ARTÍCULOS SOBRE****ECOTOXICOLOGÍA****DE LOS PLAGUICIDAS**

Kuk-Dzul, J. G., G. Gold-Bouchot, & P. L. Ardisson, 1993. Benthic infauna variability in relation to environmental factors and organic pollutants in tropical coastal lagoons from the northern Yucatan Peninsula. *Marine Pollution Bulletin*, 26 (11): 648-650.

**D. ARTÍCULOS SOBRE****BIOMARCADORES PARA DETECTAR****EFFECTOS DE LOS PLAGUICIDAS**

Rendón-von Osten, J., A. M. V. M. Soares, & L. Guilhermino, 2005. Black-bellied whistling duck (*Dendrocygna autumnalis*) brain cholinesterase characterization and diagnosis of anticholinesterase pesticide exposure in wild populations from Mexico. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 24 (2): 313-317.

Gold-Bouchot, G., O. Zapata-Pérez, V. Ceja-Moreno, G. Rodríguez-Fuentes, R. Simá-Álvarez, M. L. Aguirre-Macedo, V. M. Vidal-Martínez, L. Da Ros & C. Nasci, 2007. Biological effects of environmental pollutants in American Oyster, *Crassostrea virginica*: A field study in Laguna de Terminos, Mexico. *Int. J. Environment and Health*, 1(2): 171- 184.

Alpuche-Gual, L., & G. Gold-Bouchot, 2008. Determination of esterase activity and characterization of cholinesterases in the reef fish *Haemulon plumieri*. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 71: 787-797.

## E. ARTÍCULOS SOBRE EFECTOS ENDOCRINOS DE LOS PLAGUICIDAS EN LA FAUNA

Zapata-Pérez, O., M. Del-Río, J. Domínguez, R. Chan, V. Ceja & G. Gold-Bouchot, 2005. Preliminary studies of biochemical changes (ethoxycoumarin O-deethylase activities and vitellogenin induction) in two species of shrimp (*Farfantepenaeus duorarum* and *Litopenaeus setiferus*) from the Gulf of Mexico. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 61: 98-104.

Rodas-Ortiz, J. P., V. Ceja-Moreno, M. E. Chan-Cocom, & G. Gold-Bouchot. 2008. Vitellogenin induction and increased plasma 17 $\beta$ -estradiol concentrations in male Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*, exposed to organochlorine pollutants and polycyclic aromatic hydrocarbons. *Bull Environ Contam Toxicol.*, 81:543-547.

González-Jaúregui, M., C. Valdespino, A. Salame-Méndez, G. Aguirre-León & J. Rendón-von Osten, 2011. Persistent organic contaminants and steroid hormones levels in Morelet's crocodiles from the southern Gulf of Mexico. *Arch Environ Contam Toxicol.*, 62(3):445-454. doi 10.1007/s00244-011-9716-5.

## F. ARTÍCULOS SOBRE EVALUACIÓN DE LAS CONDICIONES AMBIENTALES DE LAS ZONAS COSTERAS

Rendón-Von Osten, J., M. G. Memije, A. Ortiz, A. M.V.M. Soares, & L. Guilhermino. 2006. An integrated approach to assess water quality and environmental contamination in the fluvial-lagoon system of the Palizada River, México. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 25 (11): 3024-3034.

Carvalho, F.P., J. P. Villeneuve, C. Cattini, J. Rendón, & J. Mota de Oliveira, 2009. Ecological risk assessment of PCBs and other organic contaminant residues in Laguna de Terminos, Mexico. *Ecotoxicology*, 18:403-416.

García-Ríos, V., L. Alpuche-Gual, J. Herrera-Silveira, J. Montero-Muñoz, S. Morales-Ojeda, D. Pech, M. F. Cepeda-González, O. Zapata-Pérez, & G. Gold-Bouchot, 2013. Towards a coastal condition assessment and monitoring of the Gulf of Mexico Large Marine Ecosystem (GoMLME): Terminos Lagoon pilot site. *Environmental Development*, 7: 72-79.

## G. ARTÍCULOS SOBRE RESIDUOS DE PLAGUICIDAS EN ALIMENTOS DE ORIGEN ANIMAL

Waliszewski, S.M., R. Villalobos-Pietrini, S. Gómez-Arroyo, & R.M. Infanzón, 2003. Persistent organochlorine pesticide levels in cow's milk samples from tropical regions of Mexico. *Food Addit Contam.*, 20(3): 270-275. doi:10.1080/0265203031000062091

Waliszewski, S.M., R. Villalobos-Pietrini, S. Gómez-Arroyo, & R.M. Infanzón, 2003. Persistent organochlorine pesticide levels in Mexican butter. *Food Addit Contam.*, 20(4): 361-367. doi:10.1080/0265203031000065836.



Waliszewski, S.M., S. Gómez-Arroyo, R.M. Infanzón, O. Carvajal O, R. Villalobos-Pietrini, P. Trujillo, & M. Maxwell, 2004. Persistent organochlorine pesticide levels in bovine fat from Mexico. *Food Addit Contam.*, 21(8): 774–780. doi:10.1080/02652030410001712736.

IPEN, 2009. DDT in eggs. A global review. IPEN pesticides working group. Prague. 32p.

## H. ARTÍCULOS SOBRE RESIDUOS DE PLAGUICIDAS EN TEJIDOS HUMANOS

### H.1. En Veracruz

Waliszewski, S.M., A.A. Aguirre, R.M. Infanzón, J. Rivera, & R. Infanzón, 1998. Time trend of organochlorine pesticide residues in human adipose tissue in Veracruz, Mexico: 1988–1997 survey. *Sci Total Environ.*, 221:201–204. doi:10.1016/S0048-9697(98)00279-4

Waliszewski, S.M., A.A. Aguirre, R.M. Infanzón, A. Benitez, & J. Rivera, 1999. Comparison of organochlorine pesticide levels in adipose tissue and human milk of mothers living in Veracruz, Mexico. *Bull Environ Contam Toxicol.*, 52:685–690

Waliszewski, S.M., A.A. Aguirre, R.M. Infanzón, C.S. Silva, & J. Silicco, 2001. Organochlorine pesticide levels in maternal adipose tissue, maternal blood serum, umbilical blood serum and milk from inhabitants of Veracruz, Mexico. *Arch. Environ. Contam.*, 40: 432–438.

Waliszewski, S.M., S. Gómez-Arroyo S, R. M. Infanzón, R. Villalobos-Pietrini, & H. M. Maxwell Hart, 2003. Comparison of organochlorine pesticide levels between abdominal and breast adipose tissue. *Bull Environ Contam Toxicol.*, 71(1):156–162. doi: 10.1007/s00128-003-0143-9

Herrero-Mercado, M., S. M. Waliszewski, M. Caba, & C. Martínez-Valenzuela, 2010.

Organochlorine pesticide levels in umbilical cord blood of newborn in Veracruz, Mexico. *Bull Environ Contam Toxicol.*, 85:367–371.

Herrero-Mercado, M., S. M. Waliszewski, R. Valencia-Quintana, M. Caba, F. Hernández-Chalate, E. García-Aguilar, & R. Villalba, 2010. Organochlorine pesticide levels in adipose tissue of pregnant women in Veracruz, Mexico. *Bull Environ Contam Toxicol.*, 85:367–371.

Waliszewski, S.M., M. Caba, M. Herrero-Mercado, H. Saldariaga-Noreña, E. Meza, R. Zepeda, C. Martínez-Valenzuela, R. Infanzón, & F. Hernández-Chalate, 2011. Monitoring of organochlorine pesticide residue levels in adipose tissue of Veracruz, Mexico inhabitants. *Bull Environ Contam Toxicol.*, 87(5):539-44. doi: 10.1007/s00128-011-0341-9.

Herrero-Mercado, M., S. M. Waliszewski, M. Caba, C. Martínez-Valenzuela, S. Gómez Arroyo, R. Villalobos Pietrini, P. C. Cantú Martínez, & F. Hernández-Chalate, 2011. Organochlorine pesticide gradient levels among maternal adipose tissue, maternal blood serum and umbilical blood serum. *Bull Environ Contam Toxicol.*, 86:289-293.

### H. 2. En Yucatán

Rodas-Ortiz, J. P., V. Ceja-Moreno, R. L. González-Navarrete, J. Alvarado-Mejía, M. E. Rodríguez-Hernández, & G. Gold-Bouchot, 2008. Organochlorine pesticides and polychlorinated biphenyls levels in human milk from Chelem, Yucatán, México. *Bull Environ Contam Toxicol.*, 80:255–259.

González-Navarrete, R., J. A. Alvarado Mejía y N. Pérez-Herrera, 2010. Monitoreo de contaminantes orgánicos persistentes en leche materna en Yucatán. Cap XIV, pp: 247-263. En: Jiménez-Delgado B., I. A. Vado Solís, J. A. Alvarado Mejía, R. L. González Navarrete (eds.) Aportes al conocimiento de la salud en Yucatán. UIICE. Ediciones de la Universidad Autónoma de Yucatán. Mérida, Yucatán, México.

González Navarrete, R. L., J. A. Alvarado Mejía y N. E. Pérez Herrera, 2012. Compuestos orgánicos persistentes en leche materna de mujeres de Yucatán. pp: 153-166. En: L.A. Cedillo y F.K. Cano Robles (Comps.) Género, ambiente y contaminación por sustancias químicas. Instituto Nacional de Ecología, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, México, D.F.

### H. 3. En Veracruz y Puebla

Waliszewski, S. M., R. Valencia Quintana, C. A. Corona, M. Herrero, K. Sánchez, H. Aguirre, I. A. Aldave, S. Gomez Arroyo, & R. Villalobos Pietrini. 2010. Comparison of organochlorine pesticide levels in human adipose tissue of inhabitants from Veracruz and Puebla, Mexico. *Arch Environ Contam Toxicol.*, 58:230–236.

### H. 4. En otros estados

Waliszewski, S.M., K. Sanchez, M. Caba, H. Saldariaga-Noreña, E. Meza, R. Zepeda, R. Valencia Quintana, & R. Infanzon, 2012. Organochlorine pesticide levels in female adipose tissue from Puebla, Mexico. *Bull Environ Contam Toxicol.*, 88:296–301

Waliszewski, S.M., M. Caba, S. S. Rodríguez Díaz, H. Saldarriaga- Noreña, E. Meza, R. Zepeda, & R. Infanzón, 2012. Levels of organochlorine pesticides residues in human adipose tissue, data from Tabasco, Mexico. *Bull Environ Contam Toxicology*, 89 (5):1062–1067. DOI 10.1007/s00128-012-0803-8

Rodríguez-Dozal C., H. Riojas Rodríguez, M. Hernández-Ávila, J. Van Oostdam, J. P. Weber, L. L. Needham, & L. Trip, 2012. Persistent organic pollutant concentrations in first birth mothers across Mexico. *J of Exposure Science and Environmental Epidemiology*, 22: 60–69.

## I. ARTÍCULOS SOBRE EFECTOS ADVERSOS DE LOS PLAGUICIDAS

### PARA LA POBLACIÓN GENERAL

Waliszewski, S. M., M. T. Bermúdez, R. M. Infanzón, C. S. Silva, O. Carvajal, P. Trujillo, S. Gómez-Arroyo, R. Villalobos-Pietrini, V.A. Saldaña, G. Melo, S. Esquivel, F. Castro, H. Ocampo, J. Torres & P. M. Hayward- Jones, 2005. Persistent organochlorine pesticide levels in breast adipose tissue in women with malignant and benign breast tumors. *Bull Environ Contam Toxicol.*, 75(4):752–759.

## J. ARTÍCULOS SOBRE LOS EFECTOS ENDOCRINOS DE LOS PLAGUICIDAS

### EN HUMANOS

Waliszewski, S. M., R. M. Infanzón, S. Gómez-Arroyo, R. Villalobos-Pietrini, O. Carvajal, P. Trujillo & P.M. Hayward-Jones, 2005. Persistent organochlorine pesticides levels in blood serum lipids in women bearing babies with undescended testis. *Bull Environ Contam Toxicol.*, 75(5): 952–959.

Bustamante Montes L. P., S. Waliszewski, M. Hernández-Valero, L. Sanín-Aguirre, R. M. Infanzón-Ruiz y A. García Jañas, 2010. Exposición prenatal a los plaguicidas organoclorados y criptorquidia. *Saúde Colectiva*, 1169-1174.

Pérez Herrera, N.E., J. A. Alvarado Mejía, M. T. Castillo Burguete, R. L. González Navarrete, y M. B. Quintanilla Vega, 2012. Efectos reproductivos en agricultores expuestos a plaguicidas en Muna, Yucatán. pp: 79-94. En: L. A. Cedillo y F. K. Cano Robles (Comps.) Género, ambiente y contaminación por sustancias químicas. Instituto Nacional de Ecología, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, México, D.F.

## K. ARTÍCULOS SOBRE EFECTOS ADVERSOS DE LOS PLAGUICIDAS PARA LOS TRABAJADORES

Rendón von Osten, J., R. Tinoco-Ojanguren, A. M. V. M. Soares & L. Guilhermino. 2004. Effect of pesticide exposure on acetylcholinesterase activity in subsistence farmers from Campeche, Mexico. *Archives of Environmental Health*, 59 (8): 418-425.

Alvarado-Mejía, J., R. González-Navarrete y N. Pérez-Herrera, 2010. Exposición a plaguicidas organofosforados y carbamatos en agricultores de Yucatán y sus efectos en la salud. Cap XIII, pp: 229-245. En: Jiménez-Delgado B., I. A. Vado Solís, J. A. Alvarado Mejía, R. L. González Navarrete (eds.) Aportes al conocimiento de la salud en Yucatán. UII-CE. Ediciones de la Universidad Autónoma de Yucatán. Mérida, Yucatán, México.

## LITERATURA CITADA

**Benítez, J. A. y C. Bárcenas, 1996.** Patrones de uso de los plaguicidas en la zona costera del Golfo de México. p. 155 -167. En: A. V. Botello, J. L. Rojas Galaviz, J. A. Benítez y D. Zárate Lomelí, Golfo de México, Contaminación e Impacto Ambiental: Diagnóstico y Tendencias EPOMEX Serie Científica 5, Universidad Autónoma de Campeche, Campeche.

**CENAVECE, 2012.** Lista actualizada de productos insecticidas recomendados por el Cenaprece para el combate de insectos vectores de enfermedades a partir de 2012. Centro Nacional de Vigilancia Epidemiológica y Control de Enfermedades. Secretaría de Salud. México, D.F.

**COFEPRIS, 2012.** Regulación sanitaria y visión estratégica en agroquímicos. Disponible en: [www.amifac.org.mx/ponencias.html](http://www.amifac.org.mx/ponencias.html)

**Georghiou, G., & R. Mellon, 1983.** Resistance in time and space. p. 1-46. In: G. Georghiou and T. Saito (Eds.) *Pest Resistance to Pesticides: Challenges and Prospects*. Plenum Press, New York. 550 p.

**Green, M., G. Hartley, & T. West, 1977.** *Chemicals for Crop Protection and Pest Control*. Pergamon Press, Oxford, U.K.

**INE, 2000.** Características de peligrosidad ambiental de plaguicidas. Manual de trabajo. INE/SEMARNAT. México, D.F. 270 p.

**INEGI, 2010.** El Sector Alimentario en México, 2009. Aguascalientes, Ags.

**Madhun, Y.A., & V.H. Freed, 1990.** Impact of pesticides on the environment, p. 429-466. In: H.H. Cheng (ed.) *Pesticides in the soil environment: Processes, impacts, and modeling*. Soil Science Society of America Book Series Number 2. Soil Science Society of America, Inc., Madison, WI.

**Martín, H., 1973.** *The Scientific Principles of Crop Protection*. 6th Ed. Edward Arnold Ltd., Publ., London.

**Plapp, E., Jr., 1981.** The nature, modes of action and toxicity of insecticides. p. 3-16. In: D. Pimentel (Ed.) *CRC Handbook of Pest Management in Agriculture*. Vol. 3, CRC Press, Boca Raton, Florida.

