

RESIDUOS DE COMPUESTOS ORGÁNICOS PERSISTENTES EN CAMARONES Y SEDIMENTOS DE LA COSTA Y SONDA DE CAMPECHE, MÉXICO

ORGANIC COMPOUND RESIDUES THAT PERSIST IN SHRIMP AND SEDIMENTS IN THE COAST AND BAY OF CAMPECHE, MÉXICO

Rendón-von Osten, J.^{1*}; Memije, M.¹

¹Instituto EPOMEX, Universidad Autónoma de Campeche, Av. Héroe de Nacozari No. 480, 24070 Campeche, Campeche.

*Autor de correspondencia: jarendon@uacam.mx

RESUMEN

La captura de camarón, recurso que genera divisas importantes, ha estado en franco descenso. Una de las posibles causas es la presencia de contaminantes. Los contaminantes orgánicos persistentes (COPs) como el insecticida DDT y los arocloros o policlorobifenilos (PCBs) tienen efectos a largo plazo sobre la reproducción de muchos organismos. En la presente contribución se expone los resultados de estudios acerca de la presencia de COPs en tres tipos de camarón provenientes de Campeche. Los resultados indican que el camarón blanco (*L. setiferus*) de la Laguna de Términos presenta concentraciones promedio de 0.0042 ng g^{-1} de Σ -DDT, los camarones rosados (*F. duorarum*) de la Sonda de Campeche tienen concentraciones promedio de 33.6 ng g^{-1} de Σ -DDT, y el camarón siete barbas (*X. kroyeri*) procedentes de la zona occidental de la LT se tuvieron concentraciones promedio de 2.74 ng g^{-1} de Σ -DDT. Con relación a otros estudios, las concentraciones de Σ DDT en camarones no han disminuido sustancialmente, sin embargo, las más altas corresponden a productos de degradación DDE y DDD, lo que indica que el uso del DDT ha disminuido y, debido a las características de estos contaminantes, es muy probable que los residuos de estos compuestos provengan de diferentes fuentes, incluyendo las atmosféricas.

Palabras clave: camarones, DDT, arocloros, PCBs, Campeche.

ABSTRACT

The capture of shrimp, resource that generates important currency, has been in frank descent. One of the possible causes is the presence of pollutants. Persistent organic pollutants (POPs) such as DDT insecticide, and the aroclors or polychlorinated biphenyls (PCBs) have long-term effects on the reproduction of many organisms. In this contribution, the results from studies regarding the presence of POPs in three types of shrimp from Campeche are exposed. The results indicate that white shrimp (*L. setiferus*) from the Lagoon of Términos presents average concentrations of 0.0042 ng g^{-1} of Σ -DDT, pink shrimp (*F. duorarum*) from the Bay of Campeche have average concentrations of 33.6 ng g^{-1} of Σ -DDT, and in the seabob-shrimp (*X. kroyeri*) from the western zone of the Lagoon of Términos there were average concentrations of 2.74 ng g^{-1} of Σ -DDT. With relation to other studies, the concentrations of Σ DDT in shrimps have not decreased substantially; however, the highest ones correspond to degradation products DDE and DDD, indicating that the use of DDT has decreased and, due to the characteristics of these pollutants, it is quite likely that the residues of these compounds come from different sources, including atmospheric ones.

Keywords: shrimp, DDT, aroclors, PCBs, Campeche.

Agroproductividad: Vol. 9, Núm. 9, septiembre. 2016. pp: 16-21.

Recibido: enero, 2016. **Aceptado:** agosto, 2016.

INTRODUCCIÓN

La explotación comercial del recurso camarón en la Sonda de Campeche, México, fue estimado en cerca de 30,000 t año⁻¹ para todas las especies, de las cuales *Farfantepenaeus duorarum* representaba más de 80%. En los años setenta, la captura anual promedio fue mayor que 20,000 t y en la actualidad apenas llega a 5,000 t. En 1996 se decretó a la Laguna de Términos como zona de protección de flora y fauna, considerada como la principal área de crianza de camarones en la Sonda de Campeche, y la 47% de los camarones corresponde a *Penaeus setiferus*, 46% a *X. kroyeri*, 4% a *F. duorarum* y 3% a *P. aztecus* (Arreguin y Chávez, 1985; Ramírez-Rodríguez *et al.*, 2000). De manera general los camarones se distribuyen en varias zonas dependiendo de diversos factores ambientales; y en el caso del camarón blanco, se encuentra principalmente en la zona de la laguna de Términos. El camarón siete barbas (*X. kroyeri*) es más abundante en la zona oeste de la laguna de Términos y en la porción del estado de Tabasco, El camarón rosado (*F. duorarum*) se presenta en la Sonda de Campeche entre Frontera, Tabasco, México, y la zona petrolera cerca de las islas de Cayo Arcas y Banco Pera (Ramírez-Rodríguez, 2015). Existen diversas hipótesis acerca de la tendencia observada en las capturas de camarón rosado en años recientes relacionado con la baja en el esfuerzo de pesca, aunado a las altas tasas de mortalidad y el aumento en la captura de tallas pequeñas pudieran ser otras razones del decremento de la abundancia del recurso (Ramírez-Rodríguez, 2015). Otra posible causa de la baja de la captura de camarón es la disminución de las áreas de pesca por el aumento de plataformas petroleras en la zona y el deterioro de las áreas de crianza. Por otra parte, también la contaminación del agua que drena a las lagunas costeras en la zona presentan contaminantes, lo cual puede reper-

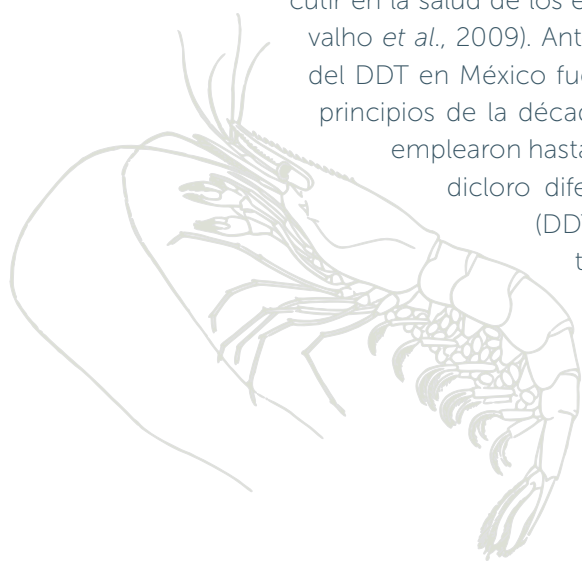
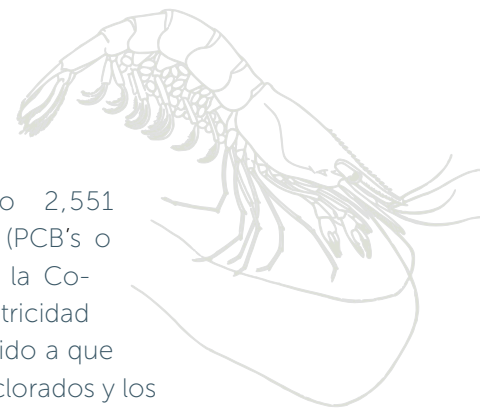
cutir en la salud de los ecosistemas (Carvalho *et al.*, 2009). Antes de que el uso del DDT en México fuera restringido, a principios de la década de los 90s se emplearon hasta 10 toneladas de dicloro difenil tricloroetano (DDT) entre los estados de Campe-

che y Tabasco para el control del dengue (Benítez y Bárcenas,

1996). Por otra parte, a nivel nacional, petróleos Mexicanos (PEMEX) ha usado 2,551 t de policlorobifenilos (PCB's o Arocloros), seguida de la Comisión Federal de Electricidad (CFE) con 2,058 t. Debido a que los plaguicidas organoclorados y los PCBs tienen vida media de siete años y duran mucho tiempo en el ambiente se les ha clasificado como contaminantes orgánicos persistentes (COPs). El uso de plaguicidas organoclorados en México fue muy intenso en las décadas de los setentas y ochentas, y en la actualidad los residuos de estos compuestos aún se pueden hallar en diferentes substratos ambientales. Actualmente la preocupación por la presencia de estas sustancias estriba en que estos compuestos tienen efectos adversos en la vida silvestre, principalmente alterando la reproducción de los organismos expuestos. Existen estudios que demuestran que los COPs son tóxicos a largo plazo para los camarones, principalmente en la reproducción (Le Blanc, 2007). Cuando un contaminante entra en un cuerpo de agua generalmente este tiende a adherirse a partícula en suspensión para posteriormente sedimentar y permanecer ahí hasta que se resuspenda o sea ingerido por organismos que habitan en el fondo. Por lo anterior, es importante evaluar la presencia de contaminantes en sedimentos, ya que brinda un panorama más amplio acerca de las condiciones del hábitat donde se desarrollan los camarones. Por lo anterior y debido a las características fisicoquímicas de estos compuestos es importante determinar la situación actual de la presencia y magnitud de los contaminantes orgánicos persistentes (COP's) en el Estado de Campeche y, principalmente, en la laguna de Términos y Sonda de Campeche ya que de ahí se extraen recursos pesqueros de importancia económica y social, por lo que el objetivo de este estudio fue analizar sedimentos y camarones blanco (*Litopenaeus setiferus*) de la laguna de Términos, rosado (*Farfantepenaeus duorarum*) de la Sonda de Campeche y siete barbas (*Xiphopenaeus kroyeri*) procedentes del área oeste de Laguna de Términos y Macuspana Tabasco, México.

MATERIALES Y MÉTODOS

La colecta de organismos y sedimentos, se obtuvo mediante muestreos de 19 estaciones en Macuspana para el camarón siete barbas y cuatro estaciones de laguna de términos. Todas las capturas se realizaron durante el



día, abordo de una lancha de siete metros de eslora, red de arrastre de prueba camaroneira "Chango" de cinco metros de largo, con abertura de trabajo de 2.5 m y luz de maya de $\frac{3}{4}$ de pulgada, la cual cuenta con un par de puertas de 0.5 m por 0.4 m de largo y ancho respectivamente. Cada lance tuvo una duración de 12 minutos a una velocidad media de dos nudos cubriendo 2000 m² por arrastre en la costa. En



Figura 1. Áreas de captura de camarones en la costa y Sonda de Campeche, México.

el caso de la Sonda de Campeche se seleccionaron 20 sitios de muestreo en los cuales se bajó alrededor de 40 minutos una red de arrastre. Todos los sedimentos fueron colectados con una draga van Veen para todos los sitios de las tres áreas de estudio (Figura 1). Los camarones capturados se envolvieron en papel aluminio, se guardaron en bolsas de plástico y mantuvieron en frío. Posteriormente los organismos fueron trasladados al laboratorio en donde se conservaron a 4 °C hasta previo análisis. Después de tomar las muestras de sedimento, éstas fueron colocadas en papel aluminio, posteriormente en bolsas de plástico y se colocaron en neveras.

Se utilizó el método de UNEP/FAO/IAEA (1982) con modificaciones. La extracción de los COP's se realizó con hexano, en los sedimentos se empleó equipo soxhlet y en los camarones una homogeneización. La purificación fue a través de una columna cromatográfica empacada con Florisil y eluida con hexano:cloruro de metileno (1:1). Las determinaciones se llevaron a cabo en un CG-DCE Varian 3800.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo a los resultados obtenidos, en todos los sitios se encontraron residuos de compuestos orgánicos persistentes (COPs) tanto en sedimento como en camarón. Camarón siete barbas (*X. kroyeri*). En los sedimentos del área de

Macuspana se presentaron o,p'-DDD y el o,p'-DDE, en todas las estaciones recolectadas. Se determinó un máximo de 8.7 ng g⁻¹ (E-13) y un mínimo de 1.07 ng g⁻¹ (E-1), para el o,p'-DDD. El o,p'-DDE tiene un máximo de 17.25 ng g⁻¹ (E-17) y un mínimo de 2.022 ng g⁻¹ (E-1). El p,p'-DDT estuvo presente en 8 de 10 estaciones con un mínimo de 0.25 ng g⁻¹ (E-19) y un máximo de 3.23 ng g⁻¹ (E-17). La sumatoria

de DDT se presentó en 10 sitios con un máximo en la estación 17 (desembocadura de la laguna de Términos) y un mínimo en la estación 1, en Frontera (Figura 2). Con respecto a los camarones siete barbas se cuantificaron nueve plaguicidas organoclorados (aldrin, epóxido de heptacloro (E.H.), o,p'-DDD, o,p'-DDE, o,p'-DDT, p,p'-DDT, p,p'-DDE, p,p'-DDT y mirex). El o,p'-DDD se encontró en 10 de 19 sitios con una concentración máxima de 387.2 ng g⁻¹ y una mínima de 11.1 ng g⁻¹. El p,p'-DDE estuvo presente en 9 de 19 estaciones con concentración máxima de 121.055 ng g⁻¹ (E-18) y mínima de 38.796 ng g⁻¹ (E-14). El p,p'-DDT se encontró en 9 de 19 estaciones, con una concentración máxima de 55.746 ng g⁻¹ (E-1) y una concentración mínima de 6.56 ng g⁻¹ (E-7). El o,p'-DDT se detectó en 7 de 19 estaciones (35.7-13.7 ng g⁻¹) (máxima-mínima). Los compuestos con mayor frecuencia fueron los productos de transformación del DDT (o,p'-DDD, o,p'-DDE, o,p'-DDT, p,p'-DDE, p,p'-DDT) con Σ DDT de 494.54 ng g⁻¹. La suma de DDTs fue de mayor concentración en Frontera, y menor en la estación ocho (Pom y Atasta) (Figura 3).

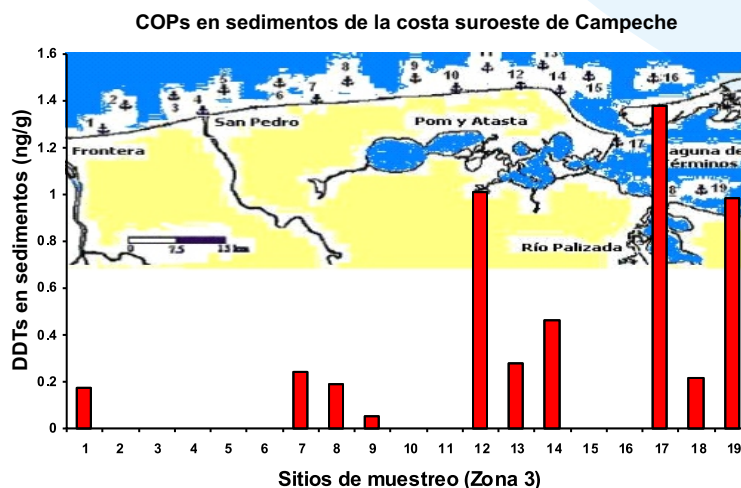


Figura 2. Concentraciones totales de DDT en sedimento de la costa sur del Golfo de México.

Con base a los resultados obtenidos en la laguna de Términos, en el año de 1998 se reporta valores de POC's similares en tipo y cantidad en relación con los analizados en este estudio pero en pequeñas concentraciones. Comparando las concen-

traciones de 1998 con los registrados en este estudio, sugiere un incremento de entre 32 y 278 veces la concentración presente en el estudio anterior. Los POC's que presentaron este incremento fueron, aldrín, o,p'-DDD, o,p'-DDE, p,p'-DDE, o,p'-DDT y p,p'-DDT, atribuido a las propiedades lipofílicas de los POC's.

Camarón blanco (*Litopenaeus setiferus*)

Los sedimentos de la laguna de Términos presentaron concentraciones de varios plaguicidas organoclorados (POCs), sin embargo, el sitio dos localizado en la desembocadura del río Palizada registró la concentración más alta de DDTs con más de 30 ng g⁻¹ (Figura 4). Lo anterior se puede deber a que el río Palizada trae todos los arrastres de la cuenca del Grijalva y pasa por la zona endémica de paludismo de la región.

Con relación al camarón blanco analizado en las cuatro estaciones, se registraron trazas de POC's, el número de estos compuestos presenta una distribución espacial heterogénea. El mayor número de POC's identificados en los camarones con un total de 13 compuestos, teniendo al p,p'-DDD y p,p'-DDE como los plaguicidas más frecuentes. La estación con mayor número de POC's es la E4 con 13, siendo el p,p'-DDE el más frecuente, y la estación con el menor número de plaguicidas fue la E1 con cuatro compuestos, teniendo al α -HCH como el producto más frecuente (Figura 5). De manera interesante, las concentraciones de POC's en camarones

COPs en camarón siete barbas (*X. kroyeri*) de la costa suroeste de Campeche

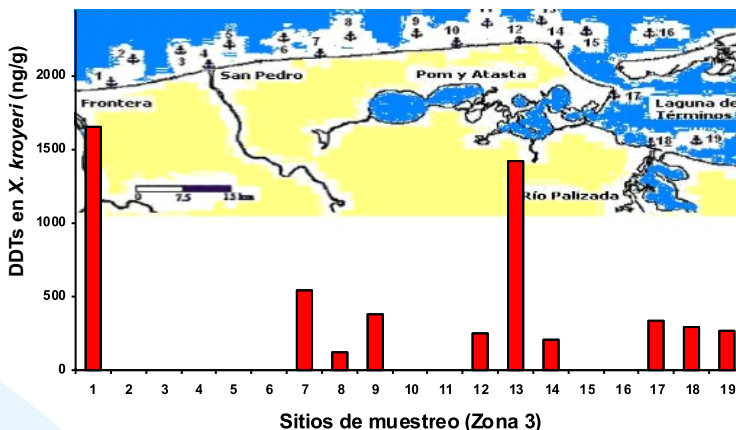


Figura 3. Concentraciones totales de DDT en camarón siete barbas (*X. kroyeri*) de la costa sur del Golfo de México.

resultan ser en gran parte menor que las identificadas en los sedimentos debido muy probablemente a que estos organismos solamente se encuentran en la laguna durante cuatro meses y, posteriormente, migran a la Sonda de Campeche para cumplir su ciclo.

Es necesario resaltar que en camarón se determinaron residuos de mirex en concentraciones muy bajas (0.0002 ng g⁻¹), un compuesto que generalmente ya no se detectaba. Las concentraciones de POC's obtenidas en los camarones *Litopenaeus setiferus* con valores de 0.0025-0.0027 ng g⁻¹ del compuesto heptacloro y de 3.1×10⁻⁴ ng g⁻¹ de p,p'-DDE, son menores que las reportadas por Botello et al. (2000), en camarones *Penaeus vannamei* del Pacífico con concentraciones de 5 y 2 ng g⁻¹ de los compuestos heptacloro y p,p'-DDE respectivamente.

Camarón rosado (*F. duorarum*)

En los sedimentos de la zona de distribución del camarón rosado (*F. duorarum*) se encontró DDT en mayor concentración en los sitios cercanos a laguna de Términos (Sitio P a U) (Figura 6), con excepción del sitio B. Lo anterior puede indicar que estos residuos pueden provenir de los productos aplicados en continente (Benitez y Barcenar, 1996) y que escurren hacia la laguna y, posteriormente, pueden ingresar a la Sonda. Aunque los residuos de compuestos organoclorados se pueden transportar a través de grandes distancias (Shunthirasingham et al., 2010). En la misma figura se muestra la distribu-

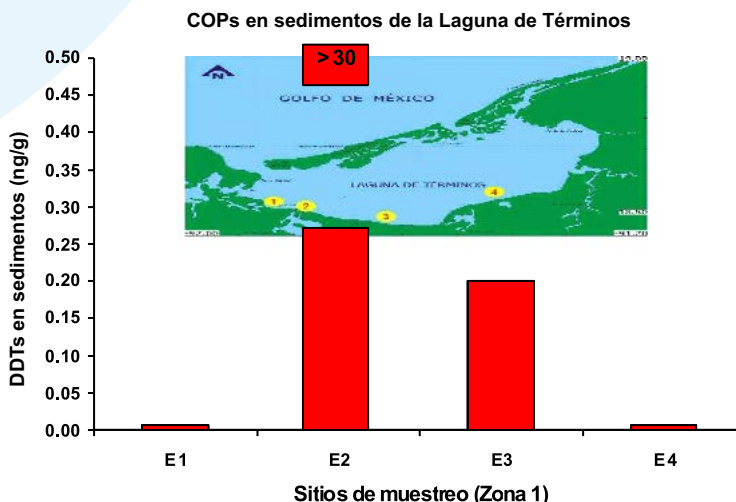


Figura 4. Concentraciones totales de DDT en sedimento de la Laguna de Términos.

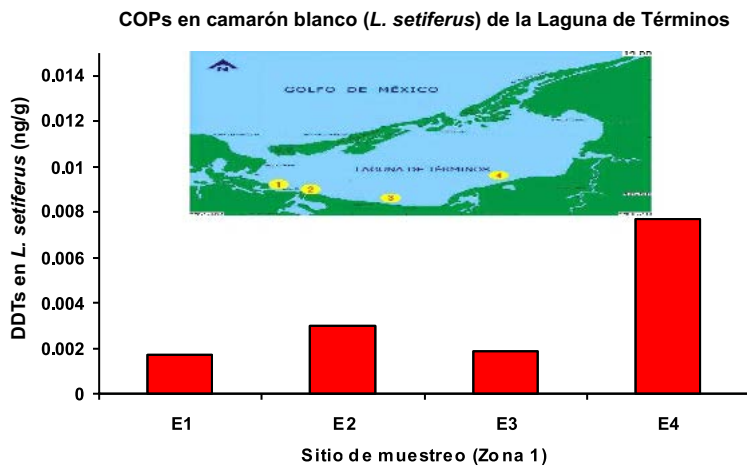


Figura 5. Concentraciones totales de DDT en camarón blanco (*L. setiferus*) de la Laguna de Términos.

ción de la concentración de la sumatoria de arocloros (Σ Aroclor) o policlorobifenilos (PCBs), en donde se observa que las concentraciones más altas corresponden a la zona con actividad petrolera (plataformas), y posteriormente disminuyen conforme se acerca hacia la laguna de Términos.

Con relación a los residuos de COPs en camarón, la Figura 7 muestra que la mayor concentración de DDTs está en los camarones capturados en la zona de exclusión, situación que no concuerda con presencia de residuos de COPs en sedimentos. Sin embargo, es importante mencionar que el recurso camarón está en continuo movimiento y se desplaza en toda la sonda de Campeche, por lo que no se puede saber con certeza en que sitio adquirió o incorporó a su tejido los residuos de DDTs.

Asimismo, la Figura 7 indica que las concentraciones más altas se encuentran en la zona de plataformas y si están en relación con las determinadas previamente en sedimento. Al igual que los plaguicidas organoclorados, los arocloros o PCBs presentes en los camarones no tienen un origen específico ya que estos compuestos tienen alta dispersión y los camarones los pudieron haber adquirido en casi cualquier lugar.

CONCLUSIONES

Existen residuos de contaminantes orgánicos persistentes (COPs) en sedimentos y camarones de la costa y Sonda de Campeche, México. Una de las posibles fuentes de la presencia de DDTs en la

Sonda de Campeche puede ser la deposición atmosférica, siendo esta una de las principales vías por las cuales se transportan los COPs a sitios distantes a su fuente de emisión, aunque el escurrimiento desde continente también puede contribuir a la contaminación de las costas. En general, las concentraciones más altas corresponden a los productos de degradación DDE y DDD, lo que indica que el uso del DDT ha disminuido, aunque varios de los COPs determinados se encuentran dentro de los compuestos que han sido retirados en países desarrollados. Aunque las concentraciones de contaminantes químicos determinadas en organismos no indiquen algún efecto adverso en ellos, su sola presencia representa un riesgo a la vida silvestre. Debido a lo anterior es necesario evaluar el efecto de los contaminantes a diferentes niveles de organización ecológica, desde el

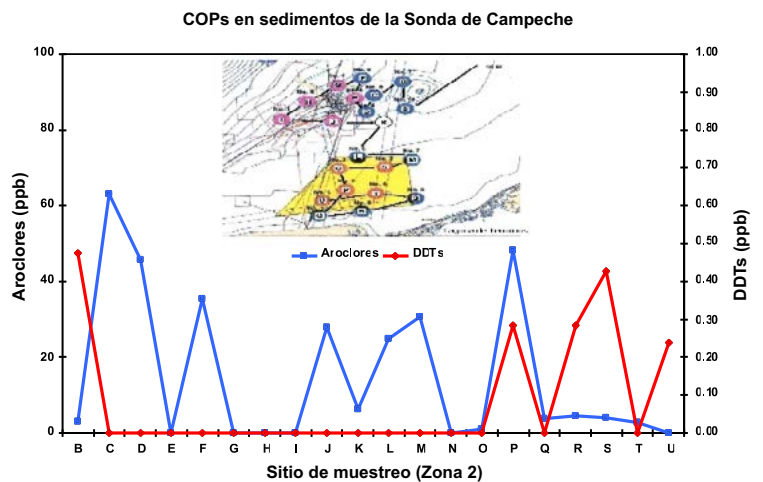


Figura 6. Concentraciones totales de DDT y arocloros en sedimento de la Sonda de Campeche, México.

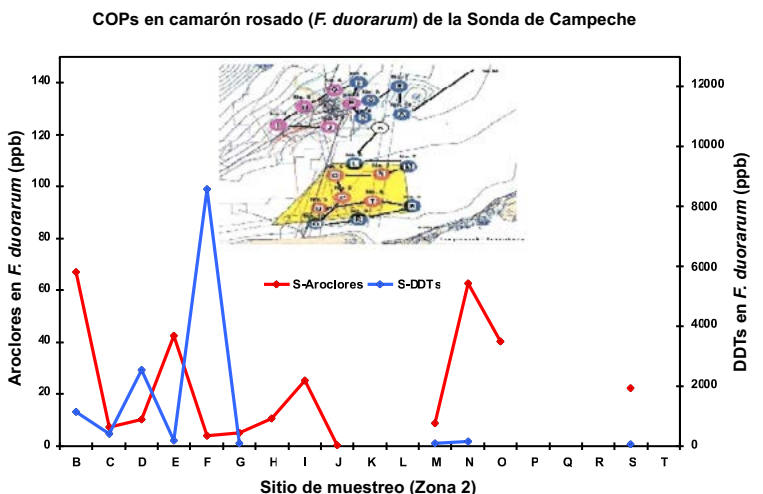


Figura 7. Concentraciones totales de DDT y arocloros en camarón rosado (*F. duorarum*) de la Sonda de Campeche, México.

nivel bioquímico en individuos hasta nivel de ecosistema. Una de las formas de establecer el posible daño de los contaminantes sobre los organismos es a través del uso de biomarcadores específicos de exposición y de efecto, lo cual daría un panorama más amplio del posible efecto de los contaminantes y, si son evaluados de manera temprana, es posible tomar las acciones necesarias antes de que el efecto adverso sea irreversible.

LITERATURA CITADA

- Arreguín-Sánchez F., Chávez E.A. 1985. Estado del conocimiento de las pesquerías de camarón del Golfo de México. *Inv. Mar. cicimar.*, 2(2):23-44.
- Benítez J.A., Bárcenas C. 1996. Patrones de uso de los plaguicidas en la zona costera del Golfo de México. Pp: 155-166. *In: Botello A V, Rojas J L, Benítez JA y Zárate D. (eds). Golfo de México, Contaminación e impacto Ambiental: Diagnóstico y Tendencias. EPOMEX Serie Científica 5. Universidad Autónoma de Campeche, México. 666p*
- Botello A.V., Rueda Q., Díaz G., Toledo A. 2000. Persistent Organochlorine Pesticides in coastal lagoons of the subtropical Mexican pacif. *Bull Environment Contam. Toxic.* 64:394-397
- Carvalho F.P., Villeneuve J.P., Cattini C., Rendón J., Mota de Oliveira J. 2009. Ecological risk assessment of PCBs and other organic contaminant residues in Laguna de Terminos, Mexico. *Ecotoxicology* 18:403-416
- Kumar K., Kannan K., Corsolini S., Evans T., Giesy J.P., Nakanishi J., Masunaga S. 2002. Polychlorinated dibenzo-p-dioxins, dibenzofurans and polychlorinated biphenyls in polar bear, penguin and south polar skua. *Environmental Pollution* 119(2):151-161.
- Le Blanc G.A. 2007. Crustacean endocrine toxicology: a review. *Ecotoxicology* 16:61-81
- Miyazaki, N. 1994. Contaminant monitoring studies using marine mammals and the need for establishment of an international environmental specimen bank. *Sci. Total Environ* 154(2-3): 249-256.
- Ramírez-Rodríguez M. 2015. La pesquería de camarón en Campeche: Desarrollo histórico y perspectiva. *Ciencia Pesquera* 23(1): 73-87
- Ramírez-Rodríguez M., Chávez E.A., Arreguín-Sánchez F. 2000. Perspectiva de la Pesquería de Camarón Rosado (*Farfantepenaeus duorarum* Burkenroad) en la Sonda de Campeche, México. *Ciencias Marinas*, 26 (1): 97-112.
- Shunthirasingham C., Oyiliagu C.E., Cao X., Gouin T., Wania F., Lee SC., Pozo K., Harner T., Muir D.C.G. 2010. Spatial and temporal pattern of pesticides in the global atmosphere. *Journal of Environmental Monitoring* 12:1650-1657.
- UNEP/FAO/IAEA. 1982. Determination of DDT's and PCB's and other hydrocarbons in marine sediments by gas liquid chromatography. *Reference Methods for Marine Pollution Studies*. No 17 p 43.

