

## DETERMINACIÓN DE DDT Y DDE EN HUEVOS DE TORTUGA BLANCA (*Chelonia mydas*) Y DE TORTUGA CAREY (*Eretmochelys imbricata*), EN LA COSTA DE YUCATÁN, MÉXICO.

**DDT and DDE determination in green turtle (*Chelonia mydas*) and hawksbill turtle (*Eretmochelys imbricata*) eggs in the coast of Yucatán, México.**

**ABSTRACT.** Evidence exists linking organochlorines to adverse biologic effects, like mating disfunctions and immunosuppression. The pesticide DDT is an organochlorine used in Mexico for combating malaria. In October 4th 2000, eight unviable green turtle and hawksbill turtle eggs were collected in El Cuyo and Celestún, Yucatán, México, respectively, and they were analyzed, using gas chromatography, to detect quantifiable organochlorine concentrations. DDE residual were not detected in any of the sea turtle eggs. Only two green turtle eggs had quantifiable DDT concentrations (0.059 ppm and 0.0550 ppm), both of which were considered lower in comparison to other studies, even though threshold limits of organochlorine concentrations for reptiles have not been established. These low concentrations should not be expected to bring immediate consequences and their chronic effects would be minimal. However, it is necessary to make more in depth studies to determine the potential ecological impact of these concentrations in this area.

**Eduardo Cuevas<sup>1,2</sup>, Adrián Maldonado<sup>1</sup> & Víctor Cobos<sup>2</sup>**. <sup>1</sup>Pronatura Península de Yucatán. Col. García Ginerés, Mérida, Yucatán, México. <sup>2</sup>Licenciatura en Biología, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Yucatán. Dirección Actual: Laboratorio de Percepción Remota, CINVESTAV-IPN, Unidad Mérida. Ant. Carr. Progreso, Cordemex. A. P. 73, C.P. 97310, Mérida, Yucatán, México. e-mail: [ecuevasf@hotmail.com](mailto:ecuevasf@hotmail.com)

Cuevas E., A. Maldonado & V. Cobos. 2003. determinación de ddt y dde en huevos de tortuga blanca (*Chelonia mydas*) y de tortuga carey (*Eretmochelys imbricata*), en la costa de yucatán, méxico. *Oceanides*, 18(2): 87-92.

El dicloro-difenil-tricloroetano (DDT) es un plaguicida organoclorado que presenta una persistencia media de aproximadamente 20 años. El DDT y sus metabolitos, entre los que destaca el DDE, tienden a concentrarse en el

tejido graso de los organismos provocando su biomagnificación en las cadenas tróficas (Espina & Vanegas, 1996). Tienen la capacidad de interferir con diversos procesos biológicos ocasionando efectos adversos como alteraciones en las respuestas inmunológicas, cambios conductuales, malformaciones congénitas, esterilidad, adelgazamiento de los cascarones de huevos, cáncer, entre otros (Kelce *et al.*, 1995). Las vías de ingreso son la inhalatoria, dérmica y oral (Albert & Benítez, 1996). Los reptiles eliminan los productos sintéticos, cuando están expuestos a ellos, a través de sus huevos, provocando la acumulación de estas sustancias en los mismos, convirtiéndolos en los más recomendados para el monitoreo de contaminantes lipofílicos en reptiles (Bishop *et al.*, 1996; McKenzie *et al.*, 1999).

En México la venta de DDT sólo está autorizada para su empleo en programas de lucha contra el paludismo. Su uso en la agricultura está prohibido, aunque se han detectado evidencias de su uso ilegal en esta actividad productiva.

La Península de Yucatán presenta condiciones propicias para la transmisión del paludismo, acentuándose en la época de lluvias; sin embargo, la aplicación de plaguicidas para el control de vectores no presenta una estacionalidad definida, las campañas se diseñan de acuerdo con los casos reportados de paludismo (Benítez & Bárcenas, 1996).

En los campamentos tortugeros del estado de Yucatán no se han realizado estudios previos de determinación de DDT, por lo que se desconoce si existe contaminación por este compuesto y sus derivados en estos organismos marinos.

El presente estudio se realizó en octubre del año 2000 en los puertos de El Cuyo y Celestún, Yucatán, ambos a cargo de Pronatura Península de Yucatán, A. C. El objetivo fue determinar la presencia de DDT y DDE en huevos de tortuga blanca (*Chelonia mydas*, Li-

nnaeus 1758) en el campamento tortuguero de El Cuyo y de tortuga carey (*Eretmochelys imbricata*, Linnaeus 1766) en el campamento tortuguero de Celestún.

El campamento tortuguero de Celestún se encuentra dentro de la Reserva de la Biosfera Ría Celestún (20° 51' N y 90° 23' O). El puerto es meramente pesquero aunque en los últimos años se ha promovido el ecoturismo dentro de su estero. En los alrededores existen pocos ranchos ganaderos por lo que no se ve influenciada de manera significativa por el uso de plaguicidas en la ganadería (INEGI, 2000).

El campamento tortuguero de El Cuyo (21° 29' N y 87° 43' O), se localiza en el oriente del Estado, dentro de la Reserva de la Biosfera Ría Lagartos. Este campamento se encuentra en la zona ganadera del estado, teniendo a sus alrededores numerosos ranchos con constante actividad ganadera, por lo que el uso de plaguicidas es un riesgo existente en esta zona (INEGI, 2000).

En octubre de 2000 se tomaron cuatro huevos, no viables, de tortuga blanca, y cuatro de tortuga de carey, de cuatro nidos distintos en el corral del campamento en El Cuyo y Celestún, respectivamente. Los huevos se conservaron congelados a -4° C para su posterior análisis en laboratorio. Para el análisis de los huevos se utilizó la técnica modificada de Ford & Hill (1990). Para el proceso de extracción se utilizaron 25 g en peso húmedo de la yema de huevo y se le añadieron 25 ml de hexano, a continuación se maceró hasta obtener una mezcla homogénea y se le dejó reposar por 24 h.

Se extrajo una alícuota de 5 ml de cada muestra y se filtró en una columna de Octadecyl (C18) de 1 ml, activada previamente con 5 ml de metanol y 5 ml de acetato de etilo, para la extracción de los plaguicidas por elusión se añadieron 5 ml de hexano. Todos los reactivos utilizados fueron calidad HPLC.

El filtrado se concentró en un rotavapor Buchi R-114 con baño B-480, en un matraz pirax 24/40 hasta sequedad. Se redisolvió con 1

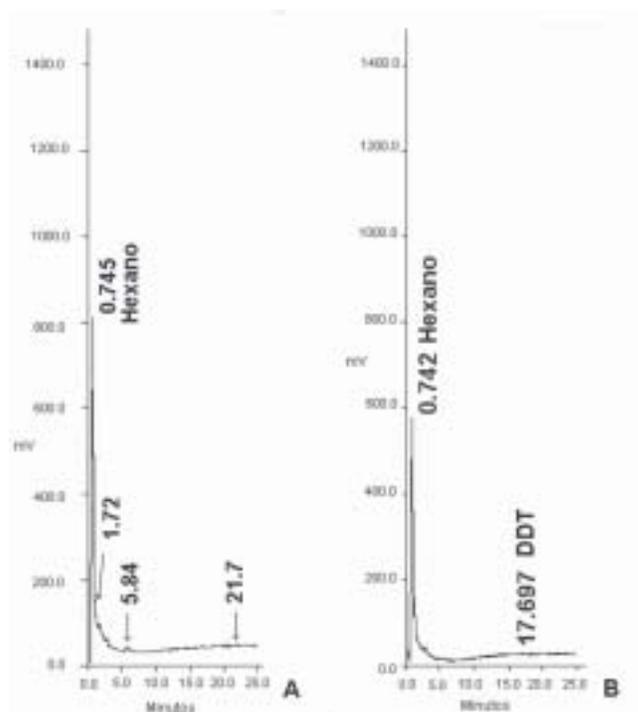
ml de hexano y se colocó en un vial color ámbar con tapa de teflón.

Se inyectó 1 µl de muestra con una aguja Hamilton de 10 µl al cromatógrafo de gases Perkin-Elmer modelo 1020 LC Plus, equipado con un detector de captura de electrones de Níquel 63 con una atenuación constante de uno. Las condiciones de trabajo del cromatógrafo de gases fueron: temperatura del horno 240 °C, temperatura del inyector 250 °C, temperatura del detector 300 °C y flujo en la columna de 10 psi. Se utilizó como gas de arrastre el nitrógeno por su selectividad hacia los halógenos. La columna utilizada fue de 30 m con diámetro interno de 0.5 mm y un espesor de película de 30 m, con polaridad intermedia y fase estacionaria AT. 502.2. Se leyeron dos réplicas de cada una de las muestras. Las diferentes fases del análisis se realizaron en los laboratorios de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia y de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Yucatán. La concentración de DDT se determinó mediante la relación de las áreas obtenidas en los cromatogramas de las muestras con las áreas del estándar.

De los ocho huevos analizados, con un límite de detección de 0.01 ppm, únicamente en dos huevos de tortuga blanca se encontró la presencia de DDT. Ningún huevo presentó residuos de DDE (Tabla 1).

En los cromatogramas de los huevos de tortuga blanca (*C. mydas*) que resultaron contener cantidades cuantificables de DDT se puede apreciar el pico de DDT con tiempo de retención de 17.697 minutos, el cual es menor al obtenido con el compuesto estándar de 18.022 minutos (Fig. 1).

El tamaño de la muestra en este estudio es pequeño, debido principalmente al costo de los análisis y la protección vigente sobre estas especies que dificultan la obtención de un número de muestra mayor; sin embargo, existen publicaciones de trabajos en los que también se usó un solo huevo por nido (Cobb & Wood, 1997), siendo un número suficiente para un estudio con fines exploratorios como lo es el presente.



**Figura 1.** Cromatogramas de la lectura de huevos de tortuga blanca (*C. mydas*) de El Cuyo, Yucatán. A) Muestra picos de contaminantes no considerados en este estudio. B) Muestra el tiempo de retención y el pico para la concentración de DDT.

**Figure 1.** Chromatograms from the analyses of green turtle eggs (*C. mydas*) from El Cuyo, Yucatán. A) Shows peaks of not contemplated pollutants. B) Shows the retention time and the peak for DDT concentrations.

La ausencia de concentraciones cuantificables de organoclorados en las muestras de Celestún, muestran la ausencia de DDT y/o sus metabolitos en tortugas de carey anidantes en este puerto, aunque se debe tener en cuenta el bajo número de huevos analizados. Lo anterior adquiere mayor relevancia desde que Garduño *et al.*, (2000) identificaron zonas de forrajeo y residencia de tortugas de carey adultas en la zona marina aledaña a la Reserva de la Biosfera Ría Celestún.

No obstante la ausencia de gran actividad ganadera o agrícola en la región de Celestún, en este puerto se realiza una fuerte actividad turística, en especial, los paseos en lancha por el estero representando una potencial fuente de contaminación por hidrocarburos para la laguna, que ya es una amenaza real reportada por Góngora (2000).

En comparación con otros trabajos, se observa que las concentraciones cuantifica-

das en los huevos tomados en El Cuyo, en general, son bajas. Alejo (2000) encontró concentraciones de DDT de 0.494 ppm en huevos de tortuga carey en Campeche, y Ucán (1999) reportó valores de 0.086 ppm de DDT en huevos de cocodrilos silvestres en la Reserva de los Petenes, Campeche.

La presencia de DDT en estos huevos muestra una posible ruta de exposición de la madre a este plaguicida, a través de alimento contaminado. La fuente de contaminación es difícil de ubicar, debido al gran movimiento que realizan los quelonios en sus actividades de forrajeo, apareamiento y escape de depredadores, por lo que sería necesario la realización de estudios de telemetría con estas tortugas a fin de conocer las zonas visitadas por éstas.

Aunque estas concentraciones bajas no representan efectos agudos, sí traen consecuencias, y las más graves, a mediano y largo

**Tabla 1.** Concentraciones de DDT en huevos de tortugas marinas en los campamentos estudiados en Celestún y El Cuyo, Yucatán.

**Table 1.** DDT concentrations in ridley eggs at the camps studied in Celestún and El Cuyo, Yucatán.

Campamento	Nido	Concentración (ppm)
Celestún Tortuga carey	1	Nd
	2	Nd
	3	Nd
	4	Nd
El cuyo (Tortuga blanca)	1	0.059
	2	nd
	3	0.055
	4	Nd

Nd=No se detectó.

plazo como es el decremento del éxito reproductivo, la inmunosupresión y cáncer (Wolff & Toniolo, 1995), los cuales son difíciles de detectar y atribuir a una sola causa (Benítez & Bárcenas, 1996). Adicionalmente, existen trabajos que relacionan niveles bajos y medios de contaminantes con disfunciones reproductivas, hormonales e inmunosupresión (Rybitski *et al.*, 1994).

No obstante que en el resto de los huevos de El Cuyo no se encontró DDT ni DDE, los cromatogramas muestran picos de contaminantes que no fueron considerados en este estudio, y es de gran importancia conocer el origen de estos picos desde que el puerto se encuentra inmerso en la zona ganadera y agrícola por excelencia en el estado, en la que en promedio el 59.25% del suelo se destina a la agricultura y un 37.28% se destina a la ganadería, además de la existencia de aproximadamente 2000 ha de tierra fertilizada con abonos químicos y orgánicos (INEGI, 2000), lo cual puede estar contribuyendo, debido a las características permeables de nuestro suelo calcáreo y el declive hacia el norte de nuestra Península, con el aporte al mar de diversos tipos de contaminantes.

Las diferentes dietas de las dos especies aquí estudiadas pueden ser un factor determinante en la concentración de organoclorados en los organismos. Debido a la bioacumulación de los organoclorados, las tortugas blan-

cas adultas, primordialmente herbívoras, se encuentran expuestas en menor grado a concentraciones significativas de organoclorados en su alimento, que las tortugas de carey que suelen tener un espectro de alimentación más amplio y se encuentran en una posición más alta en la red trófica marina. Además que en *C. mydas* las concentraciones más altas de contaminantes se encuentran en los juveniles y conforme crecen hay un decremento en la ingesta de contaminantes por cambios de dieta propios de la especie y las concentraciones iniciales se diluyen (McKenzie *et al.*, 1999). Por lo anterior, se esperarían concentraciones más altas en *E. imbricata* que en *C. mydas*. Considerando estas dos diferentes dietas, es necesaria la realización de un estudio comparativo de concentraciones de organoclorados en un sitio de anidación en el que confluyan las dos especies.

A través del presente estudio se puede realizar un mejor manejo de estas especies en peligro y fomentar una conciencia sobre el daño que se está causando con el uso de estos plaguicidas destinados a usos al aire libre, aún cuando este estudio prospectivo muestra que el uso actual de DDT en las zonas no representa una amenaza seria para los huevos de tortugas marinas. También debe considerarse el uso de otras opciones existentes al uso del DDT, como el control integral de plagas, control biológico de los vectores, saneamiento bá-

sico, así como otros plaguicidas menos dañinos.

### AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a Biol. Martha Abundes por su colaboración en el trámite de ampliación del permiso No. DOO. 02 5449. A M. en C. Karina López por su ayuda en la colecta de muestras. A Magally Morales por su trascendental e incondicional ayuda en el trabajo de laboratorio. Y a Hugo Cárdenas y Oscar Reyes por su colaboración en el campo.

### REFERENCIAS

- Albert, L. A. & J. A. Benítez. 1996. Impacto ambiental de los plaguicidas en los ecosistemas costeros, 107-123. *En: Botello, A. V., Rojas, J. L., Benítez, J. A. & D. Zárate-Lomelí (Eds.). Golfo de México, Contaminación e Impacto Ambiental: Diagnóstico y Tendencias.* EPOMEX Serie Científica 5. Universidad Autónoma de Campeche, México. 473 p.
- Alejo, S. 2000. *Determinación de DDT y derivados en huevos de tortuga de carey (Eretmochelys imbricata, Linnaeus, 1766) en los campamentos tortugueros de la costa del estado de Campeche, México.* Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Yucatán. 56p.
- Benítez, J. A., & C. Bárcenas. 1996. Patrones de uso de los plaguicidas en la zona costera del Golfo de México, 155-167. *En: Botello, A. V., Rojas, J. L., Benítez, J. A. & D. Zárate-Lomelí (Eds.). Golfo de México, Contaminación e Impacto Ambiental: Diagnóstico y Tendencias.* EPOMEX Serie Científica 5. Universidad Autónoma de Campeche, México. 473 p.
- Bishop, C., Norstrom, P., Brooks, R. & K. Petit. 1996. Temporal and geographic variation of organochlorine residues in eggs of the common snapping turtle (*Chelydra serpentina serpentina*) and comparisons to trends in the herring gull (*Larus argentatus*) in the Great Lakes Basin in Ontario, Canada. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology.* 31:512-524. <https://doi.org/10.1007/BF00212435>
- Cobb, G. & P. Wood. 1997. PCB Concentrations in eggs and chorioallantoic membranes of loggerhead sea turtles (*Caretta caretta*) from Cape Romain National Wildlife Refuge. Great Britain. *Chemosphere,* 34(3): 539-549. [https://doi.org/10.1016/S0045-6535\(96\)00386-4](https://doi.org/10.1016/S0045-6535(96)00386-4)
- Espina, S., & C. Vanegas. 1996. Ecotoxicología y contaminación, 69-106. *En: Botello, A. V., Rojas, J. L., Benítez, J. A. & D. Zárate-Lomelí (Eds.). Golfo de México, Contaminación e Impacto Ambiental: Diagnóstico y Tendencias.* EPOMEX Serie Científica 5. Universidad Autónoma de Campeche, México. 473 p.
- Ford, W. & P. Hill. 1990. Organochlorine contaminants in eggs and tissue of wood ducks from Mississippi. *Bulletin of Environmental Contamination Toxicology,* 45: 870-875. <https://doi.org/10.1007/BF01701086>
- Garduño, M., Márquez, R., Schroeder, B. & G. Balazs. 2000. Migración y buceo de la tortuga carey en la Península de Yucatán, datos de satélite. *En: Maldonado, A., Miranda, E. & E. Acosta (Comps.). Memorias del X Taller y I Congreso Regional sobre Programas de Conservación de Tortugas Marinas en la Península de Yucatán.* Campeche, México. Formato Digital.
- Góngora, P. 2000. *Presencia de hidrocarburos aromáticos en sedimentos del estero de Ría Lagartos, Yucatán.* Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Yucatán. 47 p
- INEGI. 2000. Anuario Estadístico. Yucatán. Edición 2000. Gobierno del Estado de Yucatán. Yucatán, México. 277-300.
- Kelce, W., Stone, C., Laws, S., Gray, I., Kempalnen, J. & E. Wilson. 1995. Persistent DDT metabolite p,p'-DDE is a potent androgen receptor antagonist. *Nature* 375(15):581-585. <https://doi.org/10.1038/375581a0>
- Mckenzie, C., Godley, B. J., Furness, R. W. & D. E. Wells. 1999. Concentrations and patterns of organochlorine contaminants in marine turtles from Mediterranean and

- Atlantic waters. *Marine Environmental Research* 47: 117-135.  
[https://doi.org/10.1016/S0141-1136\(98\)00109-3](https://doi.org/10.1016/S0141-1136(98)00109-3)
- Rybitski, M., Hale, R., & J. Musick. 1994. Relationship between organochlorines and lipid composition in sea turtles, 274-275. En: Bjorndal, K., Bolten, A., Jonson & P. Eliazar. *Proceedings of the fourteenth annual symposium on sea turtle biology and conservation*. Hilton Head, South Carolina. U. S. Department of Commerce, NOAA, NMFS, Southeast Fisheries Science Center.
- Ucán, F. 1999. *Determinación de DDT y derivados en huevos de cocodrilo de pantano (Crocodylus moreletti, Dumeril, 1851) en la Reserva de los Petenes, Campeche, México*. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Yucatán. 51 p.
- Wolff, M. & P. Toniolo. 1995. Environmental organochlorine exposure as a potential etiologic factor in breast cancer. *Environmental Health Perspectives*. 103 (7):141-144.  
<https://doi.org/10.1289/ehp.95103s7141>

Copyright (c) 2003 Eduardo Cuevas, Adrián Maldonado & Víctor Cobos.



Este texto está protegido por una licencia [Creative Commons 4.0](#).

Usted es libre para **Compartir** —copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato— y **Adaptar** el documento —remezclar, transformar y crear a partir del material— para cualquier propósito, incluso para fines comerciales, siempre que cumpla la condición de:

**Atribución:** Usted debe dar crédito a la obra original de manera adecuada, proporcionar un enlace a la licencia, e indicar si se han realizado cambios. Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que tiene el apoyo del licenciante o lo recibe por el uso que hace de la obra.

[Resumen de licencia - Texto completo de la licencia](#)