

Estado ambiental de la zona costera Manzanillo-desembocadura del Río Cauto

Joel Concepción-Villanueva¹, Gustavo Arencibia-Carballo¹, Onelio Carballo Hondal¹, Fernando Sánchez², Norberto Capetillo-Piñar¹, Tania Hernández Fariñas¹, Mercedes Isla Molleda¹ y Raúl Almeida².

1.- Centro de Investigaciones Pesqueras (C.I.P.).

5^{ta} Ave y calle 246. Santa Fé. C. P. 17100. Ciudad de La Habana. Cuba.

joel.concepcion@gmail.com / garen04@gmail.com

2.- Empresa Pesquera Industrial de Granma (EPIGRAN), Ciudad Pesquera. Manzanillo. Granma. Cuba.

Resumen: La franja costera comprendida entre la ciudad de Manzanillo y la desembocadura del Río Cauto es una región ampliamente antropizada por las actividades pesquero-industrial-urbana. El presente estudio abarca los resultados de los muestreos realizados en agua y sedimento en el verano del 2002, en mayo y noviembre del 2007 y en noviembre del 2008. Se analiza el estado de los sedimentos y tenores, teniendo en cuenta el impacto de los plaguicidas y otros compuestos contaminantes de naturaleza orgánica e inorgánica y se expone el comportamiento productivo decreciente de las especies de interés económico como el camarón blanco (*Litopenaeus schmitti*), camarón rosado (*Farfantepenaeus notialis*) y el ostión (*Crassostrea rhizophorae*). Se discute la relación negativa existente entre la captura de camarón y los volúmenes de agua embalsada, con un coeficiente de correlación de 0.81. Los valores de carbono orgánico/nitrógeno orgánico en sedimentos superficiales en los últimos años, con un promedio de 2.41, han demostrado que los fondos se encuentran impactados por la actividad realizada en la zona costera. Los muestreos realizados en 2007 reportan la aparición de endosulfán en el sistema lagunar con valor promedio de 22.6 µg/kg, mientras en el río Cauto y su área estuarina no se detectaron concentraciones de este compuesto.

Palabras clave: sedimentos superficiales, ecosistemas costeros, nitrógeno orgánico, carbono orgánico, endosulfan.

Abstract

The coastline extended between Manzanillo city and the mouth of Cauto River is a widely man-modified region by the urban-industrial-fishing activities. The present study in shows the results obtained in this zone on summer 2002, May and November 2007 and November 2008. Conditions of sediments and tenors was analyzes, starting from the effects of insecticide and other contaminant compounds, either of organic or inorganic nature, and also exposes the decreasing tendency in the production of species of economic interest, like the blank shrimp (*Litopenaeus schmitti*), pink shrimp (*Farfantepenaeus notialis*) and oyster (*Cras sostrea rhizophorae*). The negative relationship between the shrimp's capture and water dam volumes was demonstrated and explained, with 0.81 correlation coefficient valor. Over the last years, organic carbon and organic nitrogen values in surface sediments (2.41 as an average) have proven the impact caused by these activities on the coastline. Samples taken during 2007 reported the presence of endosulphan, with mean concentration values of 22.6 µg/kg in the lacunar system, while no detectable endosulphan concentrations were found during samples taken from the Cauto River and its estuarine zone.

Keywords: Surface sediment, insecticides, costal ecosystems, carbon organic, nitrogen organic, endosulfan.

Introducción

El Golfo de Guacanayabo es una región de Cuba muy importante desde el punto de vista pesquero. En él se combinan las pesquerías de recursos de gran interés comercial como el camarón blanco (*Litopenaeus schmitti*) y el ostión (*Crassostrea rhizophorae*). A su vez la cuenca del Cauto es la mayor de Cuba, tiene una extensión de 9 613 Km², con un 10 % de la población cubana, con la participación de cuatro direcciones administrativas provinciales: Las Tunas, Holguín, Granma y Santiago de Cuba. El río Cauto constituye su principal base fluvial, siendo el Golfo el destino final de todo el caudal. Corresponde a este sistema hídrico el mayor arrastre de materia orgánica descargada en el mar del país.

La región sur central del golfo de Guacanayabo, se caracteriza por presentar una actividad económica relativamente alta. Como principales actividades están la agricultura (MINAGRI, 2004), la acuicultura, las pesquerías de especies comerciales en la zona costera adyacente (Anuario Estadístico de la Pesca, 2004) y los Complejos Agroindustriales (CAI) e industrias despulpadoras (CIGEA, 2005). Los principales asentamientos costeros del área lo conforman los poblados de río Cauto, Guamo Viejo, Guamo Embarcadero y El Mango (Anuario Estadístico de Cuba, 2001).

Se han realizado diferentes investigaciones en la región en las últimas décadas (Arencibia et al., 1988, Pérez-Santos et al., 2003, Piñeiro., 2003, Arencibia et al., 2008, Díaz Rizo et al., 2008a, Díaz Rizo et al., 2008b, Amat et Casals. 2008), cuyos resultados denotan que la misma se encuentra impactada por la significativa actividad agro-industrial, la sobre-pesca sostenida, el alto índice de represamiento y la presión de las descargas de residuales a través del sistema de afluentes del Cauto.

El objetivo de este trabajo es caracterizar la zona costera Manzanillo-desembocadura del río Cauto y analizar la influencia que han tenido los distintos factores humanos en el estado actual de la misma.

Materiales y Métodos.

Área de Estudio: El área de estudio esta ubicada en la zona costera frontal a la desembocadura del río Cauto y el sistema lagunar aledaño (Fig. 1). Los resultados discutidos en la presente estudio corresponden a muestreos realizados en agua y sedimento en el verano del 2002, en mayo y noviembre del 2007, en noviembre del 2008 y en febrero del 2009.

En 2002 se estudiaron 7 estaciones litorales desde el norte de la desembocadura del Río Cauto hasta el sur de las lagunas costeras del río. En el 2007 se ubicaron 5 estaciones dentro del sistema lagunar y 6 estaciones en el río Cauto y la zona litoral, en los muestreos realizados en mayo y noviembre del 2007 respectivamente. En el noviembre del 2008 se realizó el muestreo que abarcó la zona litoral entre punta Guá y la desembocadura del río Yara.

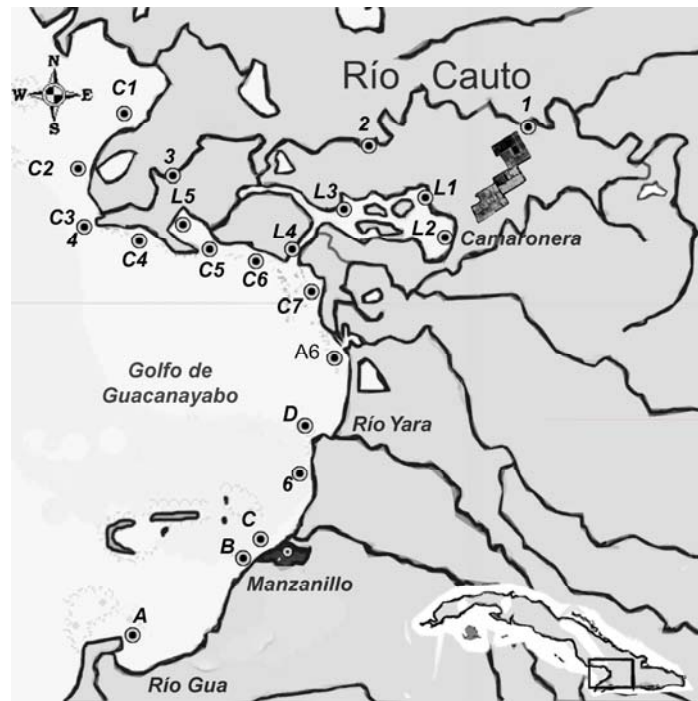


Figura 1. Red de muestreo. Donde C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7 son estaciones 2002. Puntos 1, 2, 3, 4 estaciones mayo 2007. L1, L2, L3, L4 estaciones noviembre del 2007. A, B, C y D estaciones noviembre 2008.

Se tomaron muestras simples de sedimentos recientes de cada punto de muestreo y cada muestra húmeda colectadas fueron colocadas en frascos de vidrio tratados y congeladas para su traslado al laboratorio del Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal (INISAV) donde fueron procesadas.

Los valores de capturas de escamas, ostión y camarón fueron proporcionados por el Buró de Captura de la Empresa Pesquera Industrial de Granma (EPIGRAN). Los valores de represamiento del Río Cauto y sus afluentes fueron facilitados por el Roberto Piñeiro del Centro de Investigaciones Pesqueras (CIP).

Como no se cumplieron las premisas para análisis paramétricos, se aplicaron pruebas no paramétricas. Se empleó el análisis de correlación de rangos de Spearman para determinar la relación entre el volumen de agua represada y la captura anual de camarón en el golfo de Guacanayabo durante 28 años. Esta prueba se realizó mediante el programa Statistica 6.0 con un nivel de significación de 0.05 (© Statsoft, Inc., 2001).

Resultados y Discusión

Se presenta a continuación la relación carbono orgánico/nitrógeno orgánico, de la Zona cercana al río (2003) y de la zona sur cercana a la ciudad de Manzanillo (2008).

Para el primer muestreo, las concentraciones de carbono orgánico obtenidas, indican que se trata de sedimentos estabilizados (< 4 %) (Mc Kentum, 1969), con valores similares en ambas zonas, pero sin embargo se observan concentraciones de nitrógeno orgánico por encima de 0,3 % en la zona norte cerca del río, este valor es el límite mínimo para mala calidad según las especificaciones de la NC-25, 1999, que rige la calidad de los sedimentos para el sostenimiento de la vida marina (NC 25: 1999). El Índice de Sedimento Orgánico (I.S.O.) (Ballinger et Mc Kee, 1971) fluctuó entre 1,47- 4,06 promediando 2,41. Lo que es indicador de sedimentos con características propias de vegetación en

descomposición, corroborando ampliamente la clasificación de tipo IV, que son sedimentos en activa descomposición con una alta demanda de oxígeno.

La alta concentración de nutrientes y materia orgánica que el río arrastra hacia la zona costera, así como el escurrimiento terrígeno y la influencia de aguas residuales de los aportes de las fuentes, afectan directamente los sedimentos, incrementando los niveles de materia orgánica en los fondos y, en consecuencia, aumentan el consumo de oxígeno de la capa superficial del fondo para su descomposición, elevando las concentraciones de carbono y nitrógeno orgánico en el medio.

| Zona Costera 2003. Sur de la desembocadura del río Cauto | | | |
|--|----------------|----------------|------|
| Parámetros | C orgánico (%) | N orgánico (%) | ISO |
| Mínimo | 1,55 | 0,95 | 1,47 |
| Máximo | 2,45 | 1,66 | 4.06 |
| Medio | 1,86 | 1,30 | 2,41 |
| Zona Costera 2008. Alrededor de la ciudad de Manzanillo. | | | |
| Parámetros | C orgánico (%) | N orgánico (%) | ISO |
| Mínimo | 1,25 | 0,04 | 0.05 |
| Máximo | 2,35 | 0,25 | 0.59 |
| Medio | 1,95 | 0,10 | 0.20 |

Tabla 1. Relación Carbono y Nitrógeno Orgánico.

Seis años después, los valores de carbono orgánicos se comportan de manera similar en la zona sur cerca de la ciudad de manzanillo. Sin embargo se observan bajos niveles de nitrógeno orgánico, coincidiendo con los resultados encontrados por Amat y Casals (2008). En la zona se observa una alteración de la estratificación original de los sedimentos, los cuales han sido clasificados como sedimentos en activa descomposición que retienen más el carbono orgánico que el nitrógeno. Esta alteración de la estratificación original de los sedimentos puede producirse por la acción de los organismos bentónicos, por factores ambientales así como por la captura de especies para lo cual se utiliza el arrastre sobre el fondo de los avíos de pesca (Amat et Casals. 2008).

Importantes inversiones se han ejecutado buscando disminuir de la carga contaminante, entre las más significativas se encuentran, reconstrucción de los sistemas de tratamiento de residuales de cuatro granjas porcinas y la aplicación de los efluentes en el riego, conexión de fosas domiciliarias al alcantarillado, mantenimiento del sistema de tratamiento de residuales de cuatro granjas avícolas,. Se construyo el sistema de tratamiento de residuales de municipio de Cauto Cristo, así como los dispositivos de tratamiento de la fábrica de cerveza Bucanero y del matadero Felipe Fuentes. La introducción de la tecnología del fertirriego en las empresas azucareras ha contribuido a la solución de los residuales de esta industria y de hecho contribuye al mejoramiento de los suelos. (Díaz et al., 2004).

La tabla 2 muestra las concentraciones de halladas en sedimento superficial para el sistema lagunar para los muestreos realizados en mayo del 2007. No se encontraron trazas para la zona costera el río.

| Estación | Residuos de endosulfán (µg/kg) |
|----------|-----------------------------------|
| L1 | 11.0 |
| L2 | 24.0 |
| L3 | 78.0 |
| L4 | ND |
| L5 | ND |
| Promedio | 22.6 |

Tabla 2. Valores de endosulfán reportados en sistema lagunal.
ND – no detectado o por debajo del límite de detección.

Los monitoreos anteriores al año 2007 no arrojaron reportes de la presencia de insecticidas organoclorados en sedimentos (Pérez-Santos et al., 2003).

El endosulfán es un insecticida organoclorado estable bajo condiciones normales, pero en un ambiente ácido o alcalino se hidroliza formando diol (sustancia menos tóxica) y dióxido de azufre. Debido a su estructura química, el endosulfán resulta más reactivo que el DDT o el lindano. Se emplea para el control de la broca del café en la zona oriental cubana. Por eso existe la hipótesis de que este cultivo sea la fuente primaria emisora, llegando a la Cuenca Cauto y sus afluentes a través de los escurrimientos de la Sierra Maestra. Para depositarse finalmente en el sistema lagunal. Esta posibilidad es sustancial si se tiene en cuenta debido a que la solubilidad en agua del endosulfán es muy baja y su vida media, pero cuando se asocia a materia orgánica en suspensión puede tener más movilidad y persistencia. Además el siguiente muestreo realizado en el río Cauto y en la zona litoral resulto negativo.

Coincide con los reportes de la literatura en otros países, pues entre los contaminantes orgánicos persistentes (COP) se encuentran los plaguicidas como el endosulfán, DDT, el dieldrin y otros (Ritter et al., 1995), los cuales han sido compuestos de amplio uso en la agricultura y que pueden presentar una persistencia notable debido a su fácil transformación química en el ambiente y rápida absorción en los sedimentos marinos (Ferreira et Vale, 2001; Dannerberger, 1996). Aunque de manera oficial no está permitido la importación ni uso de endosulfán (LOP., 2007) las autoridades del registro provincial de plaguicidas de Granma reconocen la existencia de puntos de almacenaje en los municipios de Buey Arriba, Guisa y Masó desde hace unos 15 años y no descartan el uso del insecticida de forma clandestina por los campesinos privados (Comunicación Personal).

A pesar de ser bajos, los niveles detectados son significativos, y pueden afectar la fotosíntesis de macrofitas como la *Halophila* y *Halodule* spp. En el caso de los peces los valores LC_{50} reportados en 96 horas oscilan entre 1,2-1,5 µg/l (EPA, 2000) así como el larva de *L. vannamei* es de 0.111 µg/l (Castro-Castro et al., 2005). Esto último no es definitivo para afirmar que hayan ocurrido mortalidad en las zonas de cría donde se encontró, pero no puede descartarse algún efecto de sinergia con otros compuestos presentes en el ecosistema del estanque, que pudieran haber ocasionado efectos subletales mayores o mortalidad.

En cuanto al tiempo de permanencia en los ecosistemas costeros se señala que las condiciones tropicales y las altas condiciones de biomasa pueden influir a la degradación y el decrecimiento respectivamente de los plaguicidas (Castillo et al., 1997), pero los COP son altamente resistentes a la degradación fotolítica, biológica y química, pues constituyen compuestos halogenados de baja hidrosolubilidad y alta liposolubilidad, todo lo cual genera bioacumulación en tejidos de organismos de

la biota (Ritter et al. 1995). Aunque no persiste en los tejidos una vez que desaparece la fuente de exposición por la rápida asimilación metabólica que ocurre en hígado y riñón.

Estos resultados son algo elevados al compararse con los encontrados en el estudio de los sistemas lagunares de Topolobampo y La Lechuguilla, en el Norte de Sinaloa, donde se reportan concentraciones de endosulfán en sedimentos de 325 a 396 $\mu\text{g}/\text{kg}$. (Hernández et Fierro, 1994). Asimismo se recomienda que la cantidad de endosulfán en ríos, lagos y arroyos no exceda 74 partes por billón o sea 74 $\mu\text{g}/\text{kg}$ (EPA, 2000).

En cuanto a la Situación de las capturas, A continuación se muestra el comportamiento de las capturas de escamas y de ostión en el Golfo de Guacanayabo entre 1998 y 2007. En ambos casos se observa una tendencia clara a la disminución.

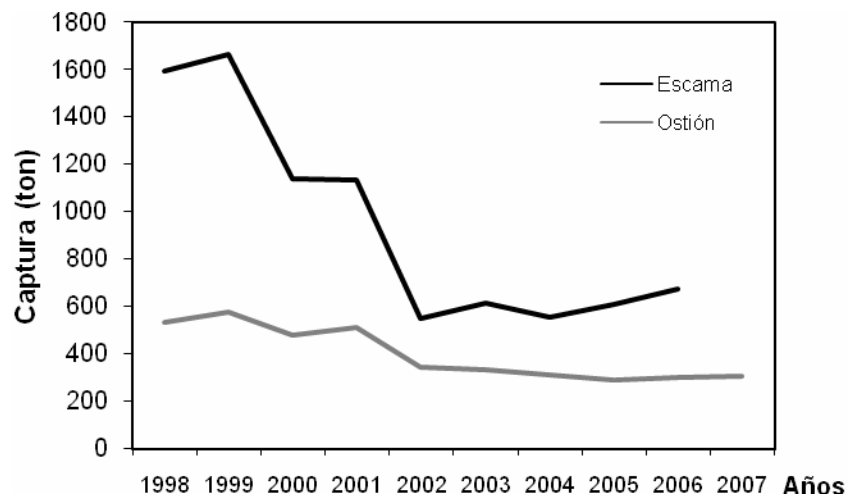


Figura 2. Captura de escamas (1998-2007) y captura de ostión (1998-2007) de la empresa EPIGRAN en el golfo de Guacanayabo.

Aún cuando la contaminación causa un impacto importante fundamentalmente en poblaciones bentónicas, el decrecimiento de todas las especies está asociado de manera sustancial a la presión de la sobrepesca, los métodos de arrastre y el represamiento del río Cauto. Sobre los dos primeros, desde la década del noventa del pasado siglo ha disminuido considerablemente el esfuerzo pesquero, producto de las dificultades económicas. En el último quinquenio ha disminuido más el número de barcos, al establecerse cuotas de capturas, mayores períodos de veda y un número limitado de nuevas artes de pesca que no se basan en el arrastre.

La recuperación de las poblaciones es discreta y no se puede pensar en un aumento importante de las capturas a mediano plazo, pues es claro un efecto acumulativo de más de 50 años de sobre-explotación, más un alto grado de represamiento combinado con la sequía. Sobre este último punto se comenta a continuación.

Los ríos juegan un papel decisivo en el ciclo de los nutrientes, son el principal suministro natural de fosforo y nitrógeno a los ecosistemas costeros. Así mismo contribuyen al aumento de los niveles de oxígeno disuelto y participan de la regulación de factores abióticos como el pH, la temperatura y la

salinidad. De modo tal, que los procesos naturales o antrópicos que actúan sobre sus causas pueden afectar de manera significativa las especies que viven en la zona costera.

El represamiento del río provoca que la masa de agua salada que normalmente se mezcla en la desembocadura, avance tierra adentro, incorporándole características salobres a gran distancia de la costa. Sólo las intensas precipitaciones y la escorrentía de la época lluviosa desplazan la cuña salina hacia la zona costera. Debido a esto se llegan a reportar salinidades de hasta 5 ppm a 52 km de la desembocadura (Pérez et al., 2003).

A continuación se presenta el comportamiento de los volúmenes de agua represada en el Sistema Cauto-Afluentes y su impacto en el deterioro de las poblaciones de camarón blanco (*Litopenaeus schmitti*) y camarón rosado (*Farfantepenaeus notialis*), que se refleja en una disminución drástica de las capturas. En el figura se muestra el proceso hasta el 2006 pero es oportuno mencionar que durante los años 2007 y 2008 se suprimieron las capturas con el propósito de recuperar el recurso.

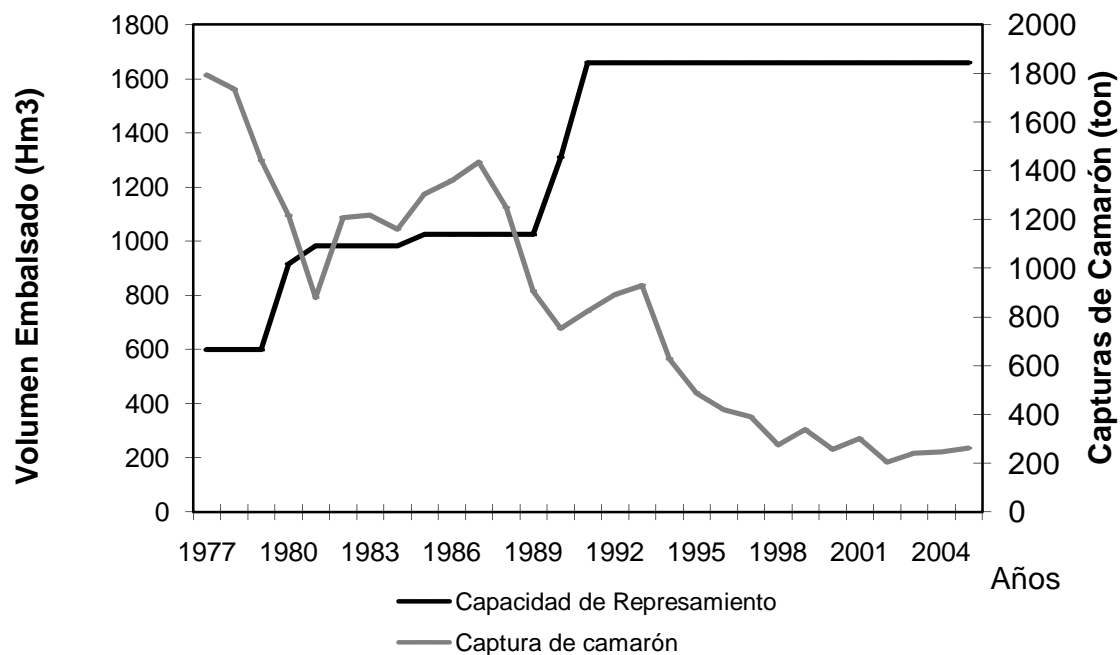


Figura 4. Comportamiento de la captura de ostión (1977-2006) en el golfo de Guacanayabo y el desarrollo de la capacidad de represamiento del Sistema Cauto-Afluentes.

En el figura 4 se observa con claridad las tendencias opuestas de los procesos representados. A cada aumento del volumen de agua se produce una disminución progresiva de la pesca hasta estabilizar un valor, con cierto retardo a la variación brusca introducida por el represamiento.

Para establecer con mayor precisión el grado de dependencia, se cálculo el coeficiente de correlación lineal y se realizó un análisis estadístico de los datos aplicando el test de Spearman. En el primer caso se obtuvo un $r^2=0,81$; y signo de pendiente negativo. Mientras el test de Spearman resulto significativo para $p < 0,05$ con una probabilidad de $-0,83$. La dispersión observada puede explicar por la influencia de las variables analizadas antes, más el efecto de factores ambientales como la lluvia.

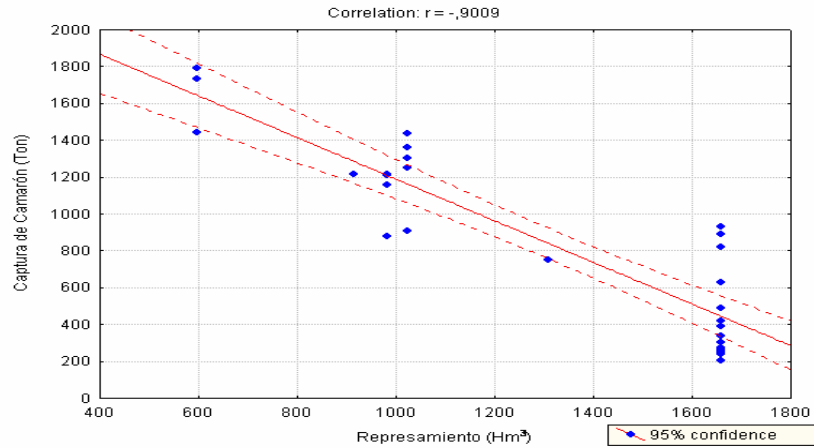


Figura 5. Regresión lineal de las capturas con respecto al represamiento.

En los últimos años la sequía ha afectado de manera creciente la zona. Los valores acumulados anuales se encuentran muy por debajo de la media histórica.

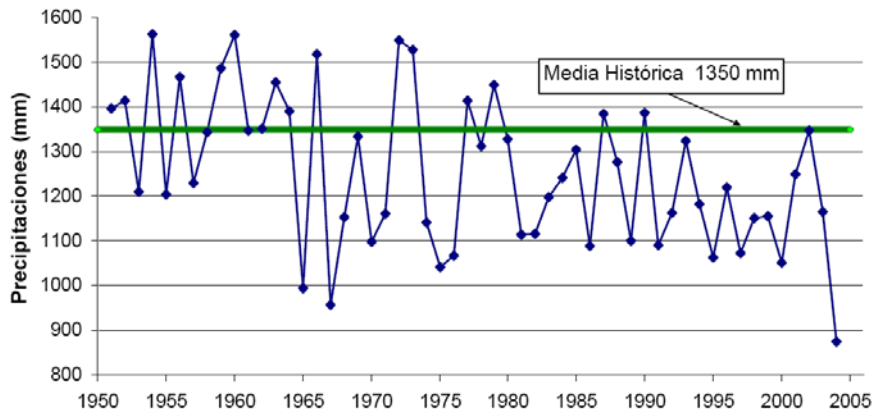


Figura 6. Comportamiento de las precipitaciones en la provincia Granma. 1951-2004. Fuente: (CITMA, 2004).

Esta situación provoca la disminución de los escurrimientos tributados al río y al sistema de presas, lo que ocasiona una merma significativa en el caudal de río Cauto y sus afluentes, entregado a las aguas del golfo de Guacanayabo. Pues aunque no crece la capacidad de embalse, disminuye más el volumen de agua aliviada, al priorizarse el agrícola, humano.

| Embalse | Escurrecimiento Medio | Escurrecimiento de 2004 | Porcentaje de Escurrecimiento Medio 2004 |
|----------------|-----------------------|-------------------------|--|
| Las Villas | 12.2 | 0.85 | 7.0 |
| Cauto del Paso | 338.0 | 447.82 | 32.6 |
| Pedregales | 33.6 | 16.02 | 26.4 |
| Bajo Malo | 276.0 | 80.37 | 28.7 |
| Bueyecito | 23.0 | 13.56 | 15.6 |
| Vicana | 222.0 | 80.37 | 31.6 |
| Cilandro | 24.0 | 2.0 | 8.3 |

Tabla 3. El comportamiento del escurrimiento (Hm^3) de entrada a los distintos embalses en la provincia de Granma. Fuente: (INRH, 2005).

Conclusiones.

Se encontraron para la zona desde el norte de la desembocadura hasta el sistema lagunal, valores de carbono orgánico y nitrógeno orgánico que permiten clasificar los fondos como de activa descomposición por alta presencia de nitrógeno. Mientras que en las estaciones frontales a la ciudad de Manzanillo, los sedimentos se clasifican en activa descomposición. La presencia de endosulfán no parece constituir un problema grave dentro del sistema hasta el momento. Las capturas en el golfo de Guacanayabo continúan decreciendo, pareciendo tener relación directa en la captura de camarón y los volúmenes de agua embalsada, aunque otros factores como la sequía y el estado del ambiente pueden influir en esta situación.

Referencias

Amat et Casals; 2008 Impactos ocasionados al medio ambiente en la zona costera de la Bahía de Manzanillo, Cuba. Revista Futuros No.20, 2008 Vol. VI (<http://www.revistafuturos.info>)

Anuario Estadístico de Cuba. 2001. Edición 2002 – ONC Oficina Nacional de Estadísticas, 278 pp.

Anuario Estadístico de la Pesca. 2004. Ministerio de la Industria Pesquera, Ciudad de la Habana, Cuba, Documento de Consulta, 240 pp.

Arencibia-Carballo, G., L. Orta-Arrazcaeta, N. Capetillo-Piñar, G. Dierksmeier, R. Hernández, J. Concepción-Villanueva and M. Isla Molleda. 2008. Organochlorine insecticide residues in Cauto river, Cuba.

Arencibia-Carballo, G., L. Orta-Arrazcaeta, N. Capetillo-Piñar, I. Perez, R. Hernández, S. C. Gardner, A. Ortega-Rubio. 2005. Organochlorine Insecticide Residues in Nipe Bay, Cuba. Bull. Environ. Contam. Toxicol. 75:304–307.

Arencibia-Carballo, G., M. Isaac, H. González. 1988. Distribución de metales en sedimentos costeros del golfo de Guacanayabo. Rev. Cubana de Química. Vol. IV. (3). 39-45.

Ballinger, D. G. et Mc Kee. 1971. Chemical characterization of bottom sediments. *Journal WPCF* 43 (2): 216–227.

Castillo, L. E. De la Cruz y C. Ruepert. 1997. Ecotoxicology and pesticides in tropical ecosystems of Central America. *Environmental Toxicology and Chemistry*, Vol. 16, No. 1, pp. 41-51.

Castro-Castro, V., Y. Siu-Rodas, L. V. González-Huerta & M. Y. Sokolov. 2005. Efecto tóxico de DDT y endosulfán en postlarvas de camarón blanco, *Litopenaeus vannamei* (Decapoda: Penaeidae) de Chiapas, México. *Revista de Biología Tropical*.

CIGEA. 2005. Inventario de principales fuentes contaminantes. Cuba, Centro de Información, Gestión y Educación Ambiental (CIGEA), Ministerio de Ciencia Tecnología y Medio Ambiente, Documento de Consulta, 27 pp.

CITMA, 2004. Boletín del Centro Meteorológico Provincial de Granma. Bayamo.

- Dannerberger, D. 1996. Chlorinated microcontaminants in surface sediments of Baltic Sea: Investigations in the Belt Sea, the Arkona Sea and the Pomeranian Bight. *Mar. Pollut. Bull.* 32: 772-781.
- Díaz Arado, O., O. Díaz Rizo, N. López Pino, K. D'Alessandro Rodríguez, S. Olivares Reumont, D. de la Rosa Mederos, A. Gelen Rudnikas, O.A. Casanova Díaz, F. Padilla Cabal, Y. Corrales Morales, **G. Arencibia Carballo**. 2008b. Análisis multielemental de sedimentos superficiales del golfo de Guacanayabo, Cuba. *Contribución a la Educación y la Protección Ambiental*. Vol. 8. (2008) 283 – 294.
- Díaz **et al.**, 2004. Diagnóstico Ambiental de la Cuenca Hidrográfica del Río Cauto. Programa de rehabilitación y sus impactos. *Revista Electrónica Granma Ciencia*. Vol.8, No.1, Enero-Abril del 2004. ISSN 1027-975X
- Díaz Rizo, O.; S. Olivares Reumont, J. Viguri Fuente, O. Díaz Arado, N. López Pino, K. D'Alessandro Rodríguez, D. de la Rosa Medero, A. Gelen Rudnikas, G. Arencibia-Carballo. 2008a. Copper, Zinc and Lead Enrichments in Sediments from Guacanayabo Gulf, Cuba, and its Bioaccumulation in Oysters, *Crassostrea rhizophorae*. (en prensa en *Environmental Toxicology and Chemistry*).
- Dierksmeier, G., R. Hernández, P. Moreno, K. Martínez y C. Ricardo. 1997. Organochlorine pesticides in sediments and biota in the coastal region to the South of the Pinar del Río Province, Cuba. IAEA-SM-343/42.
- EPA. 2000. Reseña Toxicológica del Endosulfán (en inglés). en Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades. (ATSDR). Atlanta, GA: Departamento de Salud y Servicios Humanos de EE. UU., Servicio de Salud Pública.
- Ferreira, A. M. et C. Vale, 2001. Seasonal and Inter.-annual variations of PCB and DDT contents in the oyster *Crassostrea angulata* from the Sado Estuary (Portugal). *Ciencias Marinas* (2001), 27 (2): 255-268.
- Hernández R., M. T. **et** Fierro M., A. J., 1994. Evaluación preliminar de contaminación por plaguicidas en el norte de Sinaloa. Res. V Congr. de la Asoc. de Investigadores del Mar de Cortés, A. C.
- INRH, 2005. Informe Sequía. Provincia de Granma. Bayamo.
- LOP, 2007. Listado Oficial de Plaguicidas. Registro Nacional de Plaguicidas, Cuba 2007.
- McKenthum. 1969. The practice of water pollution biology. U.S. Dept. Int. Fed. Wat. Poll. Cont. Adm Div. Technical Support, 281 pp.
- MINAGRI. 2004. Estadísticas agrícolas de Cuba. Ministerio de la Agricultura (MINAGRI), Documento de Consulta, 467 pp.
- NC 25: 1999. Comité Estatal de Normalización. Sistema de Normas para la Protección del Medio Ambiente Hidrosfera. Especificaciones y procedimiento para la evaluación de los objetos hídricos de uso pesquero. (NC 25: 1999), 9 pp. Cuba.
- Pérez-Santos, I. E., G. Arencibia-Carballo, N. Capetillo-Piñar y M. Isla-Molleda. 2003. Influencia del cultivo del camarón blanco (*Litopenaeus schmitti*) sobre los ecosistemas costeros. Enero - Diciembre 2003 *Fopcana* 2(1-2):11-20.
- Piñeiro, R. y Arencibia G., 1993. Calidad de agua en las fuentes de abasto de la estación de cultivo de camarón en río Cauto, Cuba. *Rev. Inv. Mar.* 14 (2-3):160-166.
- Piñeiro, R. 2003. Manejo integrado del recurso langosta en la zona costera sur de Pinar del Río. Cuba, Ciudad de la Habana, Centro de Investigaciones Marinas, *Tesis de Maestría*, 60 pp.
- Ricardo Mariño C., G. Dierksmeier, B. Suárez, R. Hernández, M. Nela Llanes, M. García, C. Linares. 2000. Métodos de análisis de residuos de plaguicidas. Ciudad de la Habana. IINISAV. 295 pp.
- Ritter, L.; K. R. Salomon, J. Forget, M. Stemeroff y C. O. Leary. 1995. A review of the persistent organic pollutants: DDT, Aldrin, Dieldrin, Endrin, Chlordane, Heptachlor, Hexachlorobenzene, Mirex, Toxaphene, Polychlorinated Biphenyls, Dioxins and furans. *PCS/95*.
- Ruiz, E., E. Pulles y N. Sánchez. 1989. Concentración letal media de 19 pesticidas para alevines de *Oreochromis aureus* y *Ciprinus carpio*. *Boletín Técnico*. No. 95. MIP.
- StatSoft, Inc. (2001): *Statistica para Windows v 6.0*.

Vega Bolaños, L. O.; J. A. Arias Verdés, T. Conill Díaz y M. L. González Valiente. 1997. Uso de plaguicidas en Cuba, su repercusión en el ambiente y la salud. Instituto de Nutrición e Higiene de los Alimentos. Rev. Cubana Aliment. Nutr. 1997;11(2):111-116.