

# APORTE CONTAMINANTE DE LAS AGUAS RESIDUALES DE LA INDUSTRIA PESQUERA CUBANA Y SU IMPACTO SOBRE EL ECOSISTEMA

Teresita de Jesús Romero López

Centro de Investigaciones Pesqueras (CIP), Calle 246 y 5<sup>ta</sup> Ave, Barlovento, Playa,  
C. Habana, Cuba.

[tromero@cip.telemar.cu](mailto:tromero@cip.telemar.cu)

**Abstract:** The present paper involves their results in the pollutant contributions to the aquatic ecosystems according to the products processed in different productive facilities of the Cuba Island, and concerning to the most significant fishing resources as lobster, white shrimp, tuna, shark, snapper, mackerel, jack and bill fish. The polluting loads in 12 years (between 1955 and 1999) respond to the indicators BOD, QOD, TP, TNK and N-NH<sub>4</sub>. The captures for those years were approximately between 3 950 and 23 970 tons, with fluctuations of BOD loads between 56 and 342 tons and of DQO between 111 and 676 tons. The principal nutrients contribution was the nitrogen, followed by the phosphorous and finally the ammonium, representing a total contribution of 136,3; 52,7 and 18,0 tons respectively in those 12 years. For the purification of this pollutant concurrence is necessary 600 tons of oxygen that is in correspondence with a contribution of  $100 \times 10^6 \text{ m}^3$  of seawater, insinuating the impracticable of a natural purification process. The report culminates with the possible affectations caused by discharges of polluted waters on the ecosystems, recommending the use of the information offered in this document, with the objective to elaborate the future plans that allow to establish environmental programs, as well as to estimate the treatment system effectiveness operation, required to implement in the Cuban fishing industry.

**Key words:** pollutant contributions, fishing wastewater, aquatic ecosystem, Cuba

## INTRODUCCIÓN

El desarrollo pesquero cubano conllevó a un incremento de las instalaciones dedicadas al procesamiento industrial de diferentes especies comercializables, las que debían presentar entre sus objetos de obra, un sistema de tratamiento a las aguas residuales generadas en el proceso productivo. Con el estudio de caracterización de los residuales que generan los diferentes establecimientos pesqueros, se trazó un objetivo de trabajo que consistió en estimar el aporte contaminante en términos de carga (por materia orgánica y nutrientes), por cantidad de materia prima procesada.

## MATERIALES Y MÉTODOS

En este reporte se hace una breve referencia del desarrollo pesquero en Cuba, sobre la base de datos estadísticos de las capturas brutas reportadas por Baisre (2004). Se hace énfasis en las características físico químicas de los residuales líquidos que se generan en el proceso productivo, información que fue procesada por Romero (2005), exponiéndose el estado actual de los sistemas de tratamiento con que cuentan los 14 establecimientos productivos, de los 42 activos en el país.

Se hace un estudio de la carga contaminante de los indicadores: demanda bioquímica de

oxígeno (DBO), demanda química de oxígeno (DQO) nitrógeno total (NT), fósforo total (PT) y nitrógeno amoniacal ( $N-NH_4$ ), que pueden ser incorporados a los cuerpos receptores en 12 años comprendidos entre 1955 y 1999, aportados por los recursos de mayor incidencia que según Valles (c. p.) son: langosta espinosa (*Panulirus argus*); camarón marino (peneidos); atunes, entre los que se citan el bonito o listado (*Katsuwonus pelamis*) y albacora o atún de aleta negra (*Thunnus atlanticus*); tiburones, tales como diversas especies de importancia para la industria pesquera cubana como la gata (*Gynglymostama cirratum*), aletinegro (*Carcharhinus limbatus*), cazón de playa (*Rhizoprionodon porosus*), galano (*Carcharhinus longimanus*) galano de ley (*Negraption brevirostris*), jaquetón (*Carcharhinus falciformis*), dientuzo azul (*Isurus oxyrinchus*), jesuita (*Carcharhinus signatus*) y zorro (*Alopias superciliosus*) y el pargo criollo (*Lutjanus analis*); la sierra (*Scomberomorus cavalla*); el jurel (*Caranx latus*) Finalmente se hace una breve reseña de la afectación del ecosistema por incidencia de materia orgánica y nutriente, característicos de las aguas residuales biodegradables.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Breve reseña del desarrollo pesquero cubano y de las instalaciones procesadoras de los diferentes recursos.

De los 42 establecimientos pesqueros activos del país, el 38 % son los de mayor producción y están dedicados al procesamiento de langosta, camarón y peces y los restantes 26, que representan un 62 %, son pequeños salones de procesos dedicados a peces y moluscos en su gran mayoría.

Las unidades productivas se encuentran distribuidas por toda la isla, según se observa en la Figura 1.



**Fig. 1: Ubicación de los grupos empresariales procesadores de recursos de agua dulce y marina**

### Características generales de los residuales pesqueros

La temperatura de las aguas de los residuales de las empresas procesadoras de mariscos y pescados oscila entre 21 °C y 28 °C, el pH entre 7 y 8. Cuando se hace la toma de la muestra, los residuales líquidos presentan concentraciones de oxígeno disuelto (OD) entre 7 y 8 mg/L, pero al cabo de un período de estancamiento, ese oxígeno va disminuyendo drásticamente hasta 1 - 2 mg/L y en otras ocasiones nulo (Basu y col., 1975; Suárez y col., 1982; Romero, 2005).

Los valores de DBO de los residuales pesqueros están entre 310 y 870 mg/L (Romero, 2005),

todos por encima de las reglamentaciones permitidas por las normas cubanas NC 27:1999 de 1999 y NC XX: 2001 del 2001 para vertimientos a los distintos acuatorios (entre 30 y 100 mg/L) y las DQO de 1 100 mg/L, siendo las normas entre 70 y 250 mg/L.

La caracterización de las aguas residuales pesqueras se presenta en la Tabla 1, correspondientes a las DBO, DQO, Pt, NTK y N-NH<sub>4</sub>.

**Tabla 1: Valores de caracterización de las aguas residuales pesqueras**

| Indicador               | mg/L  | kg/d | kg/t producto |
|-------------------------|-------|------|---------------|
| <b>DBO</b>              | 539   | 91   | 14,27         |
| <b>DQO</b>              | 1 256 | 202  | 28,22         |
| <b>Pt</b>               | 14,69 | 2,1  | 0,26          |
| <b>NTK</b>              | 26,27 | 4,7  | 0,67          |
| <b>N-NH<sub>4</sub></b> | 3,75  | 0,65 | 0,09          |

Q = 255 m<sup>3</sup>/d, Modificado de Romero, 2005

### Estado actual de los sistemas de tratamiento de las instalaciones procesadoras de recursos pesqueros en Cuba

La valoración más reciente de los sistemas de tratamiento de las aguas residuales de las instalaciones de proceso es la realizada por **García (2004)**. El estado de las plantas de tratamiento que es el siguiente: cinco instalaciones con trampas de grasa y sólidos, cuatro con tanques sépticos, cuatro con canales de oxidación y uno con laguna de estabilización, se catalogan en su gran mayoría como deficientes.

### Valoración del aporte contaminante de los residuales pesqueros por concepto de materia prima procesada

En las Tablas 2 y 3 se aprecian las cargas de DBO, DQO y nutrientes, por toneladas de materia prima que tributan a las diferentes áreas, cálculos que fueron posibles una vez que Romero (2005) realizara un estudio con los residuales pesqueros de diversas instalaciones productivas, señalando que el promedio aportado de DBO y DQO fue de 14,27 y 28,22 kg/t y de 0,26; 0,67 y 0,09 kg/t de Pt, NTK y N-NH<sub>4</sub> respectivamente.

**Tabla 2: Cargas de los diferentes indicadores contaminantes referidas al total de captura anual de los recursos langosta, camarón marino, atunes, tiburón, pargo, sierra, jurel y peces de pico**

| AÑO  | Total de captura (t) | CARGAS (t/año) |     |     |     |                   |
|------|----------------------|----------------|-----|-----|-----|-------------------|
|      |                      | DBO            | DQO | Pt  | NTK | N-NH <sub>4</sub> |
| 1955 | 3 950                | 45             | 89  | 0,8 | 2,1 | 0,3               |
| 1959 | 11 405               | 67             | 132 | 1,2 | 3,1 | 0,4               |
| 1963 | 14 020               | 185            | 366 | 3,4 | 8,7 | 1,2               |

|             |        |     |     |     |      |     |
|-------------|--------|-----|-----|-----|------|-----|
| <b>1967</b> | 15 390 | 227 | 450 | 4,1 | 10,7 | 1,4 |
| <b>1971</b> | 17 840 | 249 | 493 | 4,5 | 11,7 | 1,6 |
| <b>1975</b> | 21 220 | 311 | 616 | 5,7 | 14,6 | 2,0 |
| <b>1979</b> | 20 300 | 301 | 595 | 5,5 | 14,1 | 1,9 |
| <b>1983</b> | 23 970 | 351 | 694 | 6,4 | 16,5 | 2,2 |
| <b>1987</b> | 23 830 | 353 | 698 | 6,4 | 16,6 | 2,2 |
| <b>1991</b> | 19 050 | 260 | 515 | 4,7 | 12,2 | 1,6 |
| <b>1995</b> | 16 240 | 229 | 453 | 4,2 | 10,7 | 1,4 |
| <b>1999</b> | 15 420 | 219 | 432 | 4,0 | 10,3 | 1,4 |

**Tabla 3: Cargas totales (toneladas) de los diferentes indicadores contaminantes por especies, correspondientes a los 12 años de estudio**

| <b>RECURSO</b>  | <b>DBO</b> | <b>DQO</b> | <b>Pt</b> | <b>NTK</b> | <b>N-NH<sub>4</sub></b> |
|-----------------|------------|------------|-----------|------------|-------------------------|
| <b>Langosta</b> | 1 512      | 2 991      | 27,6      | 71,0       | 9,5                     |
| <b>Camarón</b>  | 595        | 1 176      | 10,8      | 29,9       | 3,8                     |
| <b>Atunes</b>   | 245        | 446        | 4,5       | 10,6       | 1,4                     |
| <b>Tiburón</b>  | 227        | 449        | 4,1       | 10,7       | 1,4                     |
| <b>Pargo</b>    | 141        | 267        | 2,6       | 6,3        | 0,9                     |
| <b>Sierra</b>   | 82         | 141        | 1,5       | 3,5        | 0,5                     |
| <b>Jurel</b>    | 56         | 109        | 1,0       | 2,6        | 0,3                     |

Si se halla la población equivalente que ofrecen 342 toneladas de DBO (la de mayor cuantía de los años estudiados), se observa que esta se corresponde con 22 309 habitantes, que representa un 0,1% de la población equivalente aportada por las 2 092 fuentes contaminantes activas del país (776 de origen industrial, 566 relacionados con la actividad agropecuaria y 818 de origen doméstico-municipal) y un 0,4% de la población equivalente que representan las descargas a las ocho cuencas hidrográficas de interés nacional (CIGEA, 2005), que son finalmente el reservorio de residuales de las principales instalaciones pesqueras (Tabla 4), A pesar de ser porcentajes ínfimos los aquí señalados, se debe destacar que estos vertimientos contribuyen de una u otra forma a empeorar la salud del ecosistema,

**Tabla 4: Aporte contaminante y población equivalente de las distintas fuentes contaminantes**

| <b>Fuente contaminante</b>  | <b>Aporte contaminante (t/año)</b> | <b>Población equivalente (habitantes)</b> |
|---|------------------------------------|---|
| <b>2 092 fuentes contaminantes principales del país</b>                         | 341 716                            | 22 343 836                                |
| <b>542 fuentes que vierten a ocho cuencas hidrográficas de interés nacional</b> | 89 836                             | 5 860 143                                 |
| <b>Industrialización de ocho recursos pesqueros en el año 1983</b>              | 342                                | 22 309                                    |

Modificado de CIGEA, 2005

## **Afectación del ecosistema por incidencia de materia orgánica y nutrientes**

Los estuarios, lagunas costeras, manglares, praderas marinas y arrecifes coralinos entre otros, pueden ser afectados por los aportes terrestres provistos de materia orgánica y nutrientes, estos últimos interviniendo en el carácter oligotrófico o eutrófico de los cuerpos receptores, Cuando la carga de fósforo es excesiva, los arrecifes coralinos alteran su proceso normal de calcificación,

Otro fenómeno que merece ser destacado es la oligotrofización o empobrecimiento de las aguas, que es causada, entre otros, por la remoción de fuentes contaminantes o el desvío y represado de los ríos (Stockner y col., 2000), provocándose una acumulación paulatina en los sedimentos, produciéndose finalmente la anoxia que conlleva al deterioro del hábitat de muchas especies, entre las que se citan el camarón, Otros organismos muy vulnerables a la contaminación son los moluscos, debido a su escasa o nula capacidad de locomoción, Proteger al medio que sirve de recepción a diferentes contaminantes es una actividad permanente, mas aun considerando que el 95% de las capturas marítimas y casi el 100% de la pesca costera se realizan en regiones provistas de una plataforma marina extensa, con comunidades pelágicas y bentónicas relativamente vulnerables a las actividades antropogénicas,

## **CONCLUSIONES**

1. Los residuales de la industria pesquera aportan cargas contaminantes relativas a cantidad de materia prima, que pueden alcanzar valores de 342 toneladas de DBO en un solo año a partir de los análisis de las capturas de ocho de las especies con mayor incidencia en las unidades de producción (igual a una población equivalente de 22 309 habitantes), 676 toneladas de DQO, 16,1 toneladas de nitrógeno, 6,2 toneladas de fósforo y 2,2 toneladas de nitrógeno amoniacal,
2. Este aporte contaminante para su depuración requeriría de 600 toneladas de oxígeno, significando una contribución de  $100 \times 10^6 \text{ m}^3$  de agua de mar, por lo que una depuración natural sería impracticable, requiriéndose de procesos biológicos que aceleren su completo tratamiento para evitar daños a los receptores finales,
3. El vertimiento de contaminantes a las aguas marinas y dulces conllevan a una serie de peligros leves y potenciales que pueden afectar a los ecosistemas receptores.

## **Referencias**

- Baisre J., La pesca marítima en Cuba, Ed, Científico-Técnica, La Habana, 2004  
 Basu A., Perigó E., Suárez G., Efluentes de las plantas procesadoras de pescado y su aspecto contaminante, INP, CIP, Rev, Inv, 2, 215-219, 1975  
 CIGEA, Evaluación aproximada de la carga contaminante que se dispone en las aguas terrestres y zonas marino-costeras, <http://www.cuba/ciencia/CIGEA/carga.htm>, Consulta en línea 24 de Agosto de 2005  
 García C., Principales problemas ambientales en el sector pesquero, 3er Encuentro

Empresarial sobre Medio Ambiente, Informe Técnico, DRP-MIP, 2004

NC 27:1999, Vertimiento de las aguas residuales a las aguas terrestres y al alcantarillado, Especificaciones, Norma Cubana, Obligatoria Experimental, 1ra Edición, Oficina Nacional de Normalización, ICS, C, Habana, Cuba, 1999

NC XX: 2001, Vertimiento de aguas residuales a las costas y aguas marinas, Especificaciones, Norma Cubana, Obligatoria Experimental, 1ra Edición, Oficina Nacional de Normalización, ICS, C, Habana, Cuba, 2001

Romero T.,, Uso de la microalga *Chlorella* spp, en la depuración de los residuales líquidos de la industria pesquera y su aprovechamiento, Tesis doctoral, CIH, CUJAE, C, Habana, Cuba, 2005

Stockner J., Rydin E, y Hyenstrand P.,, Cultural oligotrophication: causes and consequences for fisheries resources, *Fisheries*, 25 (5): 7-14, 2000

Suárez G, y Romero T.,, Modelo de filtro biológico plástico, Cinética y ecuaciones de diseño, *Rev, Lat, de Acuic, OLDEPESCA*, 44: 44-59, 1995

Valles S., (comunicación personal acerca de las pesquerías cubanas), 2005