

|                                    |    |         |                            |                |
|------------------------------------|----|---------|----------------------------|----------------|
| An. Inst. Invest. Mar. Punta Betón | 24 | 23 - 37 | Santa Marta-Colombia, 1995 | ISSN 0120-3959 |
|------------------------------------|----|---------|----------------------------|----------------|

**ALTERACIONES FISICO-QUIMICAS DE LA COLUMNA DE AGUA,  
GENERADAS POR EL USO DEL BOLICHE (METODO DE PESCA ARTESANAL)  
EN LA CIENAGA GRANDE DE SANTA MARTA, CARIBE COLOMBIANO**

*Mario Enrique Rueda y José Ernesto Mancera P.*

**RESUMEN**

Con el propósito de evaluar los impactos generados por el uso de un método de pesca artesanal denominado "boliche" en la laguna costera tropical Ciénaga Grande de Santa Marta, se cuantificaron diferentes aspectos; uno de los cuales fue orientado a analizar algunas alteraciones físico-químicas de la columna de agua, producidas durante la maniobra de pesca. Se determinó la concentración de oxígeno disuelto, la transparencia del agua y la concentración y composición del seston, antes y después de 70 lances de boliche. Los resultados indican que la maniobra de pesca genera algunos cambios momentáneos de poca repercusión en el ecosistema, tales como resuspensión de partículas principalmente inorgánicas, aumento de la concentración de seston y en consecuencia disminución de la transparencia de la columna de agua. La concentración de oxígeno disuelto no presenta alteración apreciable.

**ABSTRACT**

With the purpose of assessing the impact generated by the use of an artisanal fishing method popularly called "boliche", in the tropical coastal lagoon Ciénaga Grande de Santa Marta, different aspects were quantified; being one of them designed to analyze some physical-chemical alterations of the water column, produced during the fishing operations. The dissolved oxygen concentration, water transparency and seston composition and concentration, before and after of 70 boliche's thrusts were determined. The results show that fishing operations generate some momentary changes of little repercution to the ecosystem, such as particle resuspention principally inorganic an increase in seston concentration and a consequen water column transparency decrease. The dissolved oxygen concentration does not show appreciable alteration.

**INTRODUCCION**

Las lagunas costeras y los estuarios son conocidos por su gran producción

biológica, por ocupar el 13% de la línea costera y por la importancia económica que representan (FAO, 1968; Lasserre, 1979; Cervigón, 1982; Nixon, 1982; Day *et al.*, 1989; Kjerfve, 1994). Han sido ampliamente estudiados, caracterizándoseles como lugares que ofrecen refugio y alimentación a grandes poblaciones de relativamente pocas especies de invertebrados y peces (Reid y Wood, 1976; Yáñez-Arancibia y Nugent, 1977). Las grandes variaciones espaciales y temporales de sus condiciones físicas y químicas, así como la gran capacidad de la mayoría de sus organismos de vivir en diferentes condiciones, han llevado a catalogar a estos ecosistemas como de amplia capacidad de amortiguamiento (Yáñez-Arancibia, 1986). La intensa actividad económica desarrollada en estos ecosistemas, ha generado alteraciones del estado natural de la mayoría de ellos. El grado de alteración o impacto humano se ha acelerado en los últimos años como resultado del incremento de la población y del crecimiento industrial (Nichols, *et al.*, 1986; Day *et al.*, 1989), por lo tanto requieren ser protegidos mediante un manejo específico, que garantice su producción sostenida (Lasserre, 1979; Kapetsky, 1982).

La Ciénaga Grande de Santa Marta (CGSM) es un área de mucho interés económico, pues por décadas una población considerable (20000 personas aproximadamente) ha dependido en forma directa de la extracción y comercialización de sus recursos pesqueros. La pesquería en la CGSM se ha caracterizado por una extracción de tipo comercial artesanal, ejercida por 3215 pescadores, quienes emplean diferentes artes de pesca tales como redes de enmalle, atarrayas, redes camarónicas, líneas de mano y nasas. Dentro de los principales métodos de pesca están el “bolicheo”, corral, buceo y métodos ilícitos como zangarreo y dinamita (Viloria y Santos-Martínez, 1993 en Mancera y Botero, 1993).

El “boliche”, introducido en CGSM a inicios de la década de los 80s (Gallo, 1988), es uno de los seis métodos de pesca artesanal más ampliamente utilizados en esta zona; su uso ha generado conflicto entre las diferentes comunidades de pescadores, quienes lo señalan como uno de los causantes de la disminución del recurso pesquero y del deterioro de la calidad del agua (Viloria y Santos-Martínez, 1993 en Mancera y Botero, 1994). Difiere del utilizado en el mar, pues no opera como una red de cerco con jareta, sino como una red de enmalle en la que el método de largada se hace en forma de cerco (Karlsen y Bjarnason, 1989). Se ha utilizado en Argentina, Cuba, Salvador y Senegal, en aguas poco profundas y con cierta variedad en la maniobra (Arias, 1988; Seck en Nédélec, 1982).

Con el propósito de evaluar los impactos generados por el uso del boliche en el ecosistema CGSM, se diseñaron varios experimentos. El presente artículo discute y analiza las alteraciones físico-químicas que se producen en la columna de agua, y que son producidas durante la maniobra de pesca. Los resultados relacionados con los aspectos pesqueros, son objeto de otra publicación.

## AREA DE ESTUDIO

En la costa Caribe colombiana, departamento del Magdalena, entre los  $10^{\circ} 43' - 11^{\circ} 00' N$  y  $74^{\circ} 16' - 74^{\circ} 35' W$  (IGAC, 1973) y haciendo parte del plano deltáico del Río Magdalena, se encuentra la Ciénaga Grande de Santa Marta (Figura 1), una laguna costera tropical con características estuarinas, considerada la más grande del país ( $450 \text{ Km}^2$ ) y una de las más importantes de la cuenca caribeña (Botero y Botero, 1989). Tiene una profundidad promedio de 1.5 m y su fondo consiste principalmente de arenas, lodos y bancos de ostra (Mancera, 1991). Se encuentra rodeada de manglar, principalmente de las especies *Avicennia germinans* Linnaeus, *Rhizophora mangle* Linnaeus y *Laguncularia racemosa* (Linnaeus) Gaith (Manjarrés, 1989; Cardona, 1991). La CGSM limita al norte con la Isla de Salamanca, la cual la separa del Mar Caribe, con el que se comunica a través de la Boca de la Barra; al oriente y sur limita con el piedemonte de la Sierra Nevada de Santa Marta y la zona bananera y palmera, y por el occidente recibe las aguas del Complejo Pajarales y el Santuario de Fauna y Flora. La región es particularmente árida (Wiedemann, 1973), presentándose un período climático seco de diciembre a

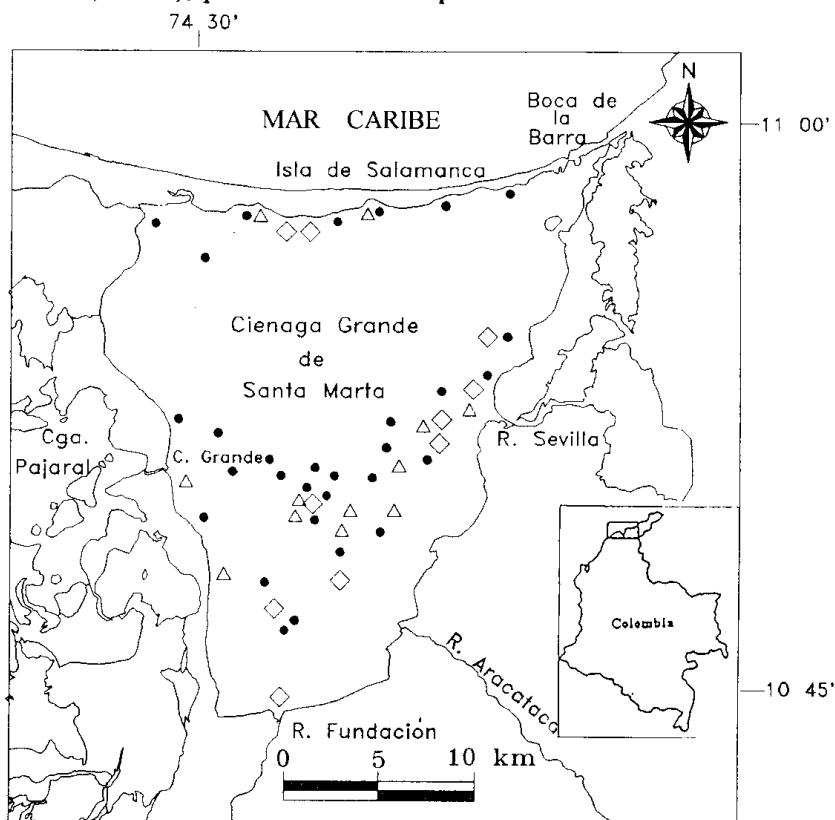


Figura 1. Area de estudio con la ubicación de los lances efectuados en las faenas de pesca experimental, según tipo de fondo: ostión (círculos negros); cascajo (triángulos); blando (rombos).

agosto (interrumpido de mayo a junio por un corto período lluvioso) y otro lluvioso de septiembre a noviembre. La precipitación anual varía entre 500 y 1000 mm (IGAC, 1973). La temperatura del agua tiene en promedio 30°C y la salinidad varía entre 9 y 33 al año (datos tomados de la base de INVEMAR, sin publicar). La elevada producción fitoplanctónica de la CGSM (990 gC m<sup>-2</sup> año<sup>-1</sup> Hernández y Gocke, 1989), mantuvo hasta hace poco tiempo, importantes poblaciones de recursos pesqueros tales como ostras (*Crassostrea rhizophorae*), camarones (familia Penaeidae), jaibas (familia Portunidae) y peces. Actualmente estos recursos se encuentran amenazados ante el grave problema de deterioro que viene afrontando el ecosistema. Según un diagnóstico elaborado por Mancera y Botero (1993), el deterioro de la calidad del agua, la muerte masiva del manglar (27686 Ha) y la posible sobrepesca, son las principales causas de la disminución de los recursos pesqueros. Con el propósito de mejorar las condiciones ambientales de la CGSM, el Proyecto Colombo- Alemán de cooperación técnica “Rehabilitación de la Ciénaga Grande de Santa Marta”, PRO-CIENAGA, actualmente está diseñando un plan de manejo ambiental, que a partir de los resultados de las investigaciones de diferentes disciplinas, espera involucrar para el sector pesquero, recomendaciones encaminadas a obtener un rendimiento máximo sostenible.

## MATERIALES Y METODOS

Entre abril y julio de 1994 se realizaron 12 faenas de pesca experimental, durante las cuales se efectuaron 70 lances de boliche en diferentes puntos de la CGSM. Más de la mitad de los lances (53 %) se efectuaron sobre fondos de cascajo (mezcla de limo y restos de conchas de caracol, almeja y otros moluscos), 24 % sobre fondos de ostión (bancos de ostra) y 23 % sobre fondos blandos (limo-arcillosos), cubriendo los diferentes tipos de sustrato existentes en la CGSM (Figura 1). La ubicación de algunos de los puntos de muestreo se obtuvo mediante un geoposicionador Magellan GPS NAV 5000D.

Los lances del boliche fueron ejecutados por pescadores artesanales empleando la técnica habitual, la cual involucra la participación de tres hombres, quienes desde una canoa en movimiento tienden en el agua la red bolichera en forma de círculo hasta juntar los dos extremos; posteriormente ingresan al interior del círculo, golpean la superficie del agua con palos de madera en cuyos extremos hay tapones de caucho que aumentan la superficie de choque. Finalmente recuperan el boliche y desenmallan los peces aprisionados. El boliche utilizado es de nylon monofilamento, de 5.08 cm de tamaño de ojo de malla, 90 m de longitud y 1.5 m de altura.

En cada una de las 70 maniobras de pesca se registró la profundidad empleando una vara metrada; así mismo, en cada lance antes de largar el boliche y después de

golpear el agua se midió la transparencia utilizando el disco Secchi; simultáneamente fueron tomadas muestras de agua a 50 cm de profundidad con botella Ruttner de 1 l de capacidad, para el análisis de contenido de seston. La concentración de oxígeno disuelto se midió a la misma profundidad que el seston, antes de largar el boliche, una vez golpeada el agua y al terminar de cobrar el boliche, utilizando un oxímetro WTW OXI 92. Las mediciones de transparencia, seston y oxígeno se realizaron lo más cercano posible a los sitios golpeados durante la maniobra de pesca. En cada sitio de muestreo se determinó también el tipo de sustrato. En laboratorio se aplicó el método gravimétrico para la determinación de la concentración y composición de seston, secando los filtros a 105°C hasta peso constante e incinerándolos a 500°C (APHA, 1992).

Para establecer la significancia de las diferencias observadas en el comportamiento temporal (antes y después del lance del boliche) y espacial (fondo blando, cascajo u ostión) de cada una de las variables medidas (transparencia, oxígeno disuelto y seston), se diseñaron análisis de varianza a dos vías (ANOVA) con un número desbalanceado de réplicas.

## RESULTADOS

**Oxígeno Disuelto:** Los resultados obtenidos muestran que después del lanzar el boliche y golpear el agua, la concentración de oxígeno disuelto disminuyó en el 49 % de los casos, aumentó en el 47 % y permaneció igual en el 4 % de los mismos. Con relación a la tercera lectura de oxígeno, obtenida después de cobrar el boliche (Figura 2), la concentración de oxígeno fue igual a la inicial en el 10 % de los casos, menor en el 34 % y mayor en más de la mitad de los lances (56 %). El análisis estadístico descriptivo para la variable oxígeno, mostró que las diferencias encontradas entre los tiempos observados fueron pequeñas y la variabilidad de la concentración de oxígeno permaneció semejante (Tabla 1). Los resultados del ANOVA muestran que no existe interacción entre el tipo de fondo sobre el que se lleva a cabo la maniobra de pesca, y la variación del oxígeno (Tabla 2). Del mismo análisis se desprende que las concentraciones promedio de oxígeno disuelto no difieren entre antes de realizar el lance, después de golpear el agua y al recoger la red (Figura 3). Para el fondo tipo ostión las concentraciones de oxígeno disuelto en los tres tiempos fueron similares; para los fondos blando y tipo cascajo las concentraciones aumentaron, sin ser significativos estos aumentos. La prueba de comparación múltiple de diferencia mínima significativa (LSD), mostró tanto para el factor tiempo como para el tipo de fondo que las concentraciones de oxígeno disuelto no difirieron significativamente entre sí ( $p > 0.05$ ) (Figura 4).

**Transparencia:** El porcentaje de transparencia se obtuvo como el cociente entre el valor de transparencia medido con el disco Secchi y la profundidad de la columna de agua. El análisis de los parámetros estadísticos de esta variable (Tabla

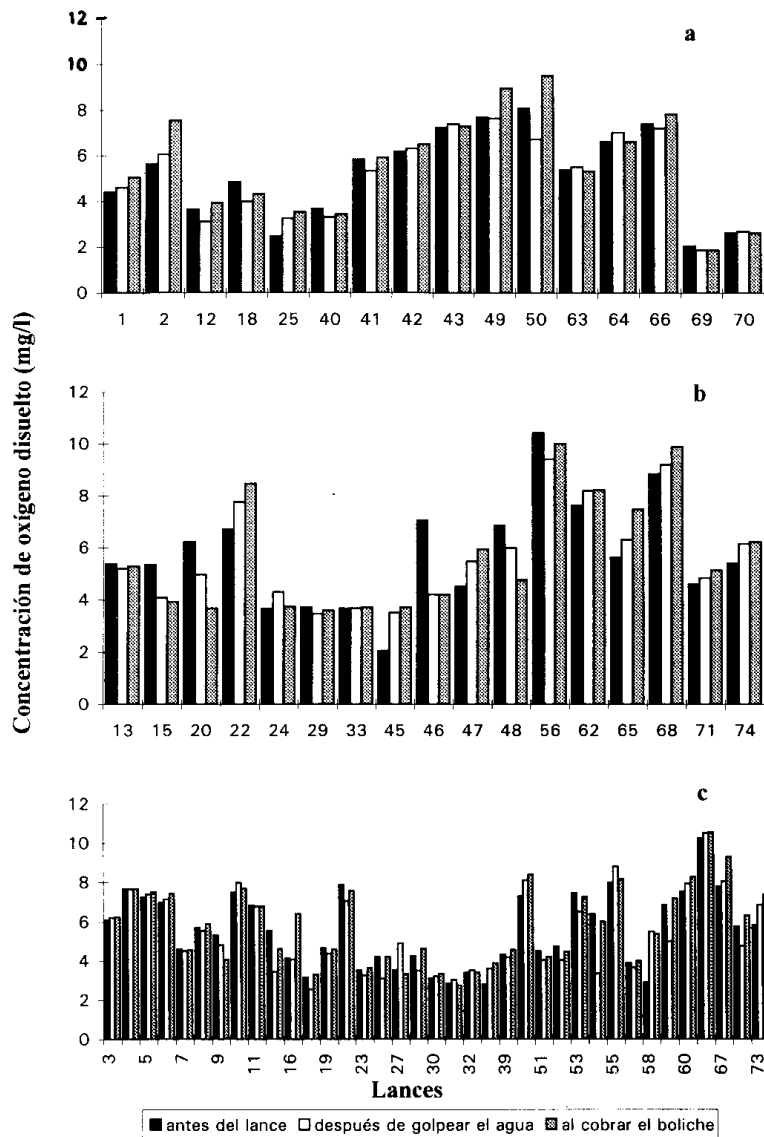


Figura 2. Cambios en la concentración de oxígeno disuelto del agua, después de aplicar el boliche en los diferentes tipos de fondo de la CGSM. a (fondo blando), b (fondo tipo ostión), c (fondo tipo cascajo).

1), indicó que la transparencia disminuyó drásticamente después de golpeada el agua (Figura 5). El ANOVA indica que existe independencia entre los factores tiempo y tipo de fondo, lo que significa que las diferencias de los niveles promedio de transparencia del agua entre los tipos de fondo, conservaron el mismo patrón de variación antes y después de golpear el agua (Tabla 2 y Figura 3). De otra parte, del análisis se infiere que las diferencias encontradas en la transparencia del agua

Tabla 1. Parámetros estadísticos para transparencia, oxígeno disuelto y concentración de seston. T 1 y T 2 (porcentajes de transparencia medidos antes y después de golpear el agua durante el lance del boliche), OXI 1, OXI 2 y OXI 3 (concentraciones de oxígeno disuelto en mg/l, medidas antes, durante y después del lance), S 1 y S 2 (concentraciones de seston total en mg/l, medidas antes y después de golpear el agua), SI 1 y SI 2 (concentraciones de seston inorgánico en mg/l, determinadas antes y después de golpear el agua), SO 1 y SO 2 (concentraciones de seston orgánico en mg/l, determinadas antes y después de golpear el agua).

| PARAMETRO         | T 1  | T 2  | OXI 1 | OXI 2 | OXI 3 | S 1    | S 2   | SI 1 | SI 2 | SO 1 | SO 2 |
|-------------------|------|------|-------|-------|-------|--------|-------|------|------|------|------|
| Tamaño muestra    | 70   | 70   | 70    | 70    | 70    | 49     | 49    | 47   | 47   | 47   | 47   |
| Promedio          | 23   | 19   | 5.5   | 5.4   | 5.7   | 154    | 175   | 67   | 67   | 33   | 33   |
| Moda              | 20   | 20   | 3.6   | 6.3   | 4.2   | 163    | 153   | 62   | 65   | 38   | 34   |
| Desv. estándar    | 6.9  | 4.9  | 1.9   | 1.9   | 2.0   | 37.9   | 45    | 5.7  | 4.7  | 5.7  | 4.8  |
| Varianza          | 48.3 | 24.5 | 3.7   | 3.8   | 4.3   | 1442.0 | 2026  | 33.4 | 23.0 | 33.4 | 23.1 |
| Error estándar    | 0.8  | 0.6  | 0.2   | 0.2   | 0.2   | 5.4    | 6.4   | 0.8  | 0.7  | 0.8  | 0.7  |
| Rango             | 37.9 | 27.5 | 8.4   | 8.7   | 8.7   | 199.4  | 185.2 | 3.3  | 19.6 | 37.3 | 19.7 |
| Coe. de variación | 30 % | 26 % | 35 %  | 36 %  | 36 %  | 25 %   | 26 %  | 9 %  | 7 %  | 18 % | 15 % |

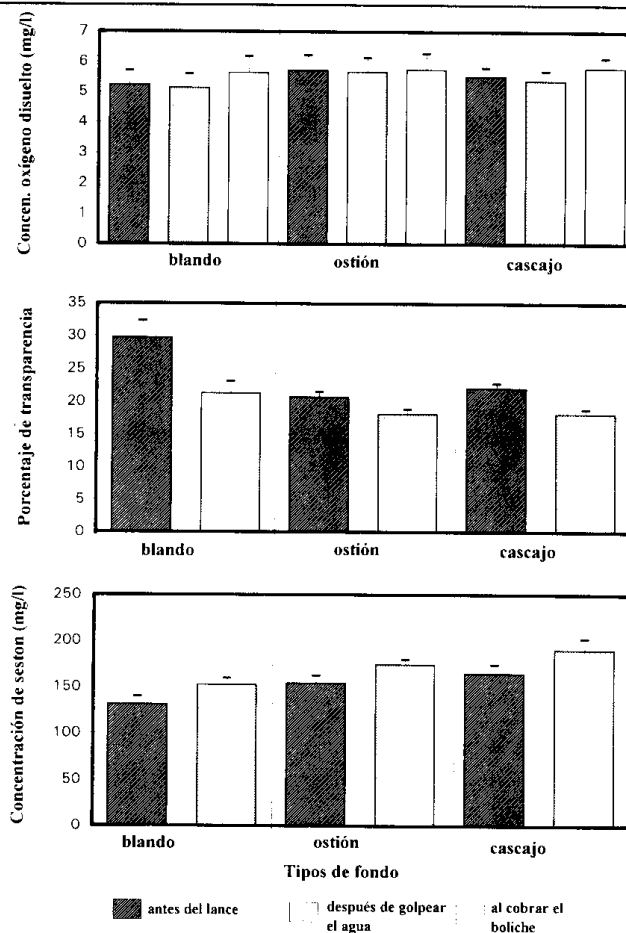


Figura 3. Valores promedio de las variables oxígeno disuelto, transparencia y seston, más un error estándar.

Tabla 2. Resultados de los análisis de varianza de los valores de oxígeno disuelto (OXI), transparencia (T) y concentración de seston total (S), obtenidos durante las faenas de pesca experimental. Los valores de transparencia y concentración de seston, se transformaron obteniendo el logaritmo natural. S.C.= Suma de Cuadrados; G.L.=Grados de Libertad; C.M.=Cuadrado Medio; N.S.= Nivel de Significancia.

| FUENTE DE VARIACION    | S.C.  |      | G.L. |     | C.M. |    |      |      | F    |      |       |       | N.S.   |        |        |
|------------------------|-------|------|------|-----|------|----|------|------|------|------|-------|-------|--------|--------|--------|
|                        | OXI   | T    | S    | OXI | T    | S  | OXI  | T    | S    | OXI  | T     | S     | OXI    | T      | S      |
| <b>EFFECTOS MEDIOS</b> |       |      |      |     |      |    |      |      |      |      |       |       |        |        |        |
| (tiempo)               | 4.0   | 1.47 | 0.40 | 2   | 1    | 1  | 2.02 | 1.47 | 0.40 | 0.50 | 26.44 | 8.04  | 0.6054 | 0.0000 | 0.0056 |
| (fondo)                | 3.7   | 1.03 | 0.32 | 2   | 1    | 2  | 1.85 | 0.52 | 0.32 | 0.46 | 9.30  | 6.33  | 0.6297 | 0.0002 | 0.0027 |
| <b>INTERACCIONES</b>   |       |      |      |     |      |    |      |      |      |      |       |       |        |        |        |
| (tiempo*fondo)         | 1.3   | 0.16 | 0.01 | 4   | 2    | 2  | 0.32 | 0.08 | 0.01 | 0.08 | 1.41  | 0.105 | 0.9881 | 1.4140 | 0.9002 |
| ERROR                  | 804.4 | 7.44 | 4.59 | 201 | 134  | 91 | 4.00 | 0.05 | 0.05 |      |       |       |        |        |        |
| TOTAL                  | 814.9 | 1.22 | 5.67 | 209 | 139  | 96 |      |      |      |      |       |       |        |        |        |

Tabla 3. Valores de seston total (mg/l) recopilados en la Ciénaga Grande de Santa Marta entre 1987 y 1994, en los meses correspondientes a los del muestreo del presente trabajo y en diferentes estaciones. Fuente: Base de datos fisico-químicos de la CGSM (INVEMAR, sin publicar).

| FECHA | CENTRO | TAMBOR | RINCONADA | JAGUEY | FUNDACION |
|-------|--------|--------|-----------|--------|-----------|
| 04/87 | 119.74 | -      | -         | -      | -         |
| 04/88 | 74.50  | -      | -         | -      | -         |
| 07/89 | 46.44  | 49.00  | 72.57     | 60.00  | -         |
| 04/90 | 40.60  | 48.50  | -         | -      | -         |
| 07/90 | -      | 9.30   | -         | -      | -         |
| 04/90 | -      | -      | 63.60     | 32.20  | -         |
| 04/91 | 37.14  | -      | 42.29     | 39.75  | -         |
| 04/93 | 130.00 | -      | 150.00    | 280.00 | 40.00     |
| 04/94 | 150.00 | 130.00 | -         | -      | 130.00    |
| 07/94 | 110.00 | 120.00 | -         | -      | 40.00     |



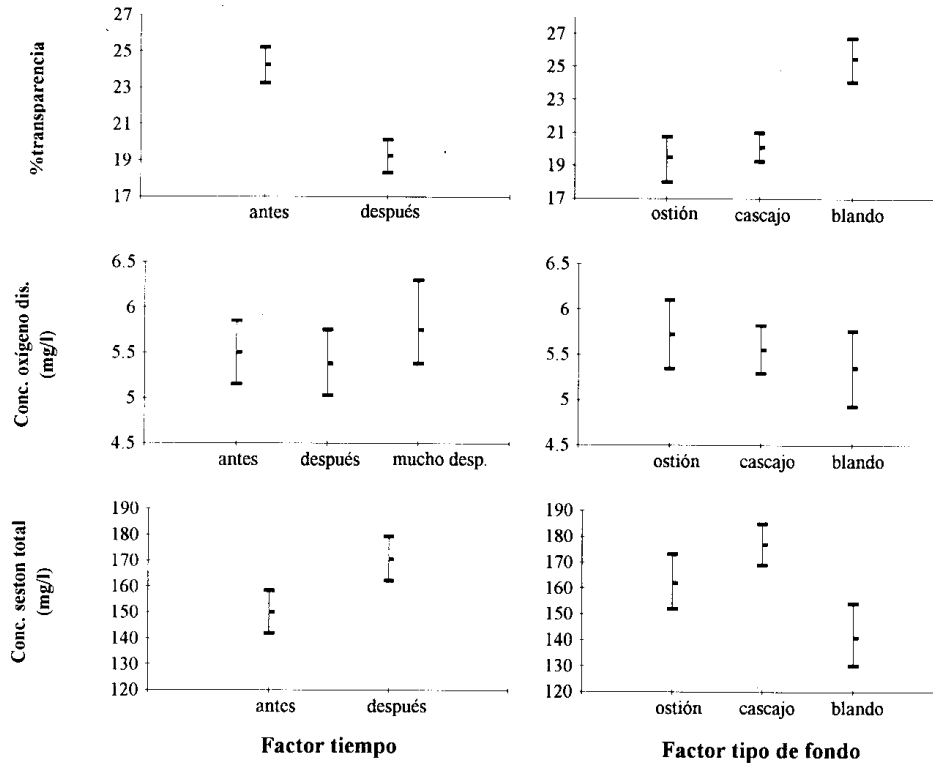


Figura 4. Comparación de medias de los factores tiempo y tipo de fondo para las variables transparencia de la columna de agua, concentración de oxígeno disuelto y seston total.

fueron significativas en el tiempo y entre los tipos de fondo. Estas diferencias fueron menores en el fondo de ostión y aumentaron progresivamente entre los fondos tipo cascajo y blando. Los gráficos de la prueba LSD (Figura 4) muestran que la transparencia disminuyó una vez golpeada el agua y que para el tipo de fondo no hubo diferencias significativas entre las medias de los fondos tipo ostión y cascajo, pero sí entre estas dos y las de fondo blando.

**Concentración de Seston:** En el 60 % de los casos la concentración de seston aumentó después de golpear el agua (Figura 6). En todos los casos la fracción inorgánica del seston fue mucho mayor que la orgánica. Al igual que para los valores de transparencia del agua, los de seston no cumplieron los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas, siendo necesario su transformación mediante el logaritmo natural antes de realizar el ANOVA. Este análisis permitió establecer que las diferencias existentes en las concentraciones medias de seston total, antes y después de golpear el agua en los tres tipos de fondo, conservaron el mismo patrón de variación (Tabla 2). En cuanto a las medias de las concentraciones de seston, éstas difieren significativamente entre antes y después de golpear el agua y entre los tipos de fondo. Estas diferencias se aprecian en la Figura 3, donde

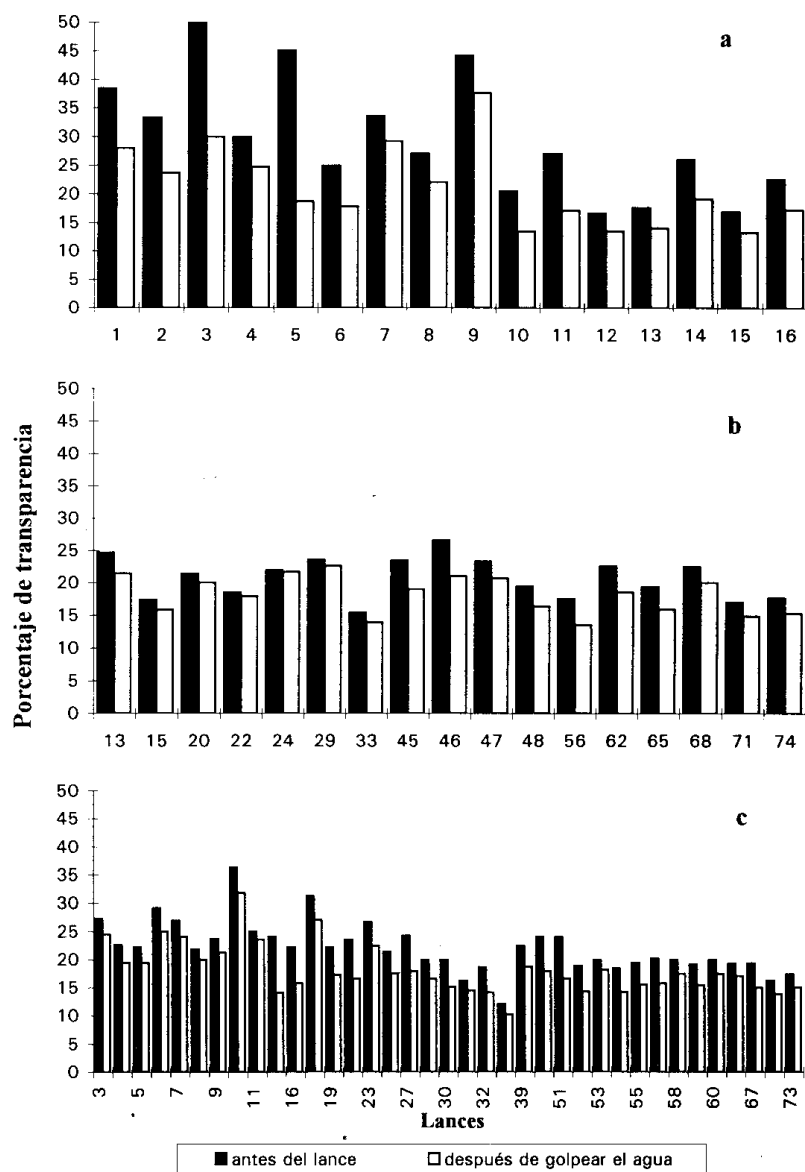


Figura 5. Cambios en la transparencia después de golpear el agua en cada lance de boliche, a (fondo blando), b (fondo tipo ostión), c (fondo tipo cascajo).

se destaca que para el fondo tipo cascajo se alcanzaron las mayores concentraciones de seston, seguidas por los fondos de ostión y los fondos blandos respectivamente. La prueba de LSD muestra para el factor tiempo, un aumento evidente de la concentración de seston una vez golpeada el agua (Figura 4). Con relación al tipo de fondo, no hubo diferencias entre las medias de concentración de seston para los fondos tipo ostión y cascajo, pero sí entre estos y el fondo blando.

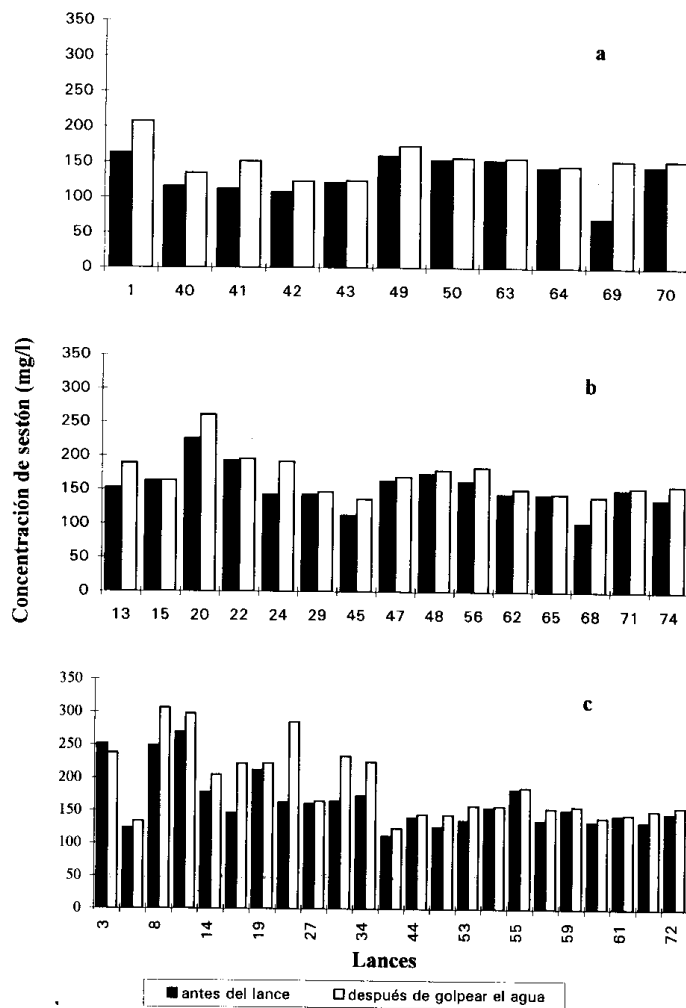


Figura 6. Cambios en la concentración de seston total después de golpear el agua en cada lance de boliche, para los diferentes tipos de fondo de la CGSM. a (fondo blando), b (fondo tipo ostión), c (fondo tipo cascajo).

## DISCUSION

El uso del boliche en la CGSM genera cambios físico-químicos en la columna del agua, que dependen del tipo de fondo sobre el que es aplicada la maniobra de pesca. A partir de los resultados obtenidos al aplicar el boliche sobre los tres tipos de fondo existentes en la CGSM, éstos pueden ser agrupados en dos categorías; la de fondos duros, representada por fondos tipo ostión y cascajo y la de fondos blandos. Sobre fondos duros la concentración de seston aumenta más que sobre fondos blandos, pero la transparencia disminuye en menor proporción, lo cual sugiere que la cantidad de partículas que se resuspende sobre fondos duros es menor pero de mayor peso que las que se resuspenden sobre fondos blandos. En

ambos casos la resuspensión de sólidos no genera disminución de la concentración del oxígeno disuelto. Contrariamente autores como Arias (1988) afirman, que si el método es aplicado en aguas poco profundas y de fondos lodosos, la turbidez provocada podría ser letal para los peces. Esta situación es poco probable en la CGSM, pues si bien, gran parte del lecho de la laguna está compuesto por fondos lodosos (Cosel, 1986; Botero, 1988; Mancera, 1991), los pescadores aplican el boliche casi exclusivamente sobre fondos de cascajo y de ostión.

Los resultados obtenidos en el presente trabajo, muestran que los cambios en la concentración de oxígeno producidos por el uso del boliche no son significativos, aún si el boliche es aplicado sobre fondos lodosos. Esta situación muy probablemente se debe a que los palos con los que es golpeada el agua durante la maniobra de pesca, no penetran hasta el fondo de la Ciénaga y la concentración de oxígeno disuelto antes que disminuir, se incrementa levemente por el efecto de turbulencia que se produce. Según Margalef (1989), en una columna de agua en reposo total y en contacto con la atmósfera, la difusión del oxígeno hacia abajo es muy lenta; cuando hay turbulencia el transporte del gas es más rápido, pues pequeños volúmenes de agua se mueven en diferentes sentidos, acelerando la difusión a favor del gradiente existente. En condiciones naturales, la turbulencia en la CGSM es producida principalmente por los vientos, con lo cual se mantiene mezclada y oxigenada la columna de agua. De esta manera los niveles de oxígeno, salvo algunas excepciones, se mantienen por arriba de los 3 mg/l aún durante la noche (Mancera y Vidal, 1994).

Un caso diferente al del boliche es el del “Zangarreo”, otro método de pesca que se practica en la CGSM, en el que una franja de manglar es encerrada por una red de enmalle, removiendo posteriormente el sedimento y generando muy posiblemente hipoxias que aniquilan indiscriminadamente y por asfixia a la gran mayoría de los organismos aerobios (Santos-Martínez, 1989; Mancera, 1994).

Un análisis global de la actividad pesquera, muestra que diariamente pescan en promedio 70 boliches en toda el área de la CGSM, y que cada uno de ellos realiza aproximadamente 20 lances diarios. Puesto que la mayoría de boliches presentan entre 200 y 350 m de longitud y 1.5 m de altura, los volúmenes de agua que encierran en cada lance están en el orden de los 4775 a 14621 m<sup>3</sup>, es decir, que diariamente los boliches en conjunto cubren del 1 al 3% del volumen total de la Ciénaga Grande. Si se tiene en cuenta que la resuspensión de sedimentos es en promedio de 16.9 y 27.5 mg/l para fondos tipo ostión y cascajo respectivamente, a partir de los 1400 lances se calcula que la resuspensión está entre 154 y 471 toneladas/día de sedimento, dependiendo del tipo de fondo sobre el que se realice la actividad pesquera (fondo tipo ostión ó tipo cascajo respectivamente). Trabajos que han medido e interpretado las concentraciones de seston en la CGSM, han encontrado que en comparación con sistemas similares, los valores de seston son

elevados, variables y dependientes de la poca profundidad de la columna de agua, de la acción del viento y las corrientes (Toncel, 1983; Kucklick, 1987). En la Tabla 3 se recopilan los valores existentes de seston en diferentes sitios de la CGSM, para los mismos meses en los que se realizó la presente investigación. Se observa que aunque los valores anteriormente medidos son menores que los obtenidos en este trabajo, es imposible inferir a grandes escalas de tiempo la relación de causalidad entre uso continuado del boliche y cambios en la concentración de seston del ecosistema. Es más factible plantear, a manera de hipótesis, que la concentración de seston en la CGSM viene en aumento, posiblemente como consecuencia del aporte de sedimentos provenientes de los playones desprovistos de manglar y de los ríos de la Sierra Nevada de Santa Marta.

Conociendo que el boliche es aplicado entre las 5:00 y las 15:00 cada día, seis días a la semana, podría esperarse que el efecto de la resuspensión de sedimento sobre la disminución de la transparencia del agua fuera considerable. La resuspensión de partículas puede incrementar el coeficiente de atenuación de la luz, disminuyendo la profundidad de la zona fótica, con la consecuente reducción del espacio disponible para la producción primaria acuática; en muchos estuarios la atenuación de la luz por sedimentos suspendidos confina la zona fótica a una pequeña fracción de la columna de agua, de tal manera que la limitación por luz es el principal control de la producción primaria fitoplanctónica (Cloren, 1987). En el caso de la CGSM en el cual, los valores obtenidos de producción primaria ( $990 \text{ gC m}^{-2} \text{ año}^{-1}$  Hernández y Gocke, 1989), superan el promedio estimado para las lagunas costeras y estuarios a nivel mundial ( $200 - 400 \text{ gC m}^{-2} \text{ año}^{-1}$ , Nixon, 1982), faltan estudios específicos sobre las relaciones entre energía lumínica y producción fitoplanctónica. Algunos datos tomados cerca de la Boca de la Barra sugieren, que pese a la poca transparencia del agua, la luz aparentemente no es factor limitante del proceso fotosintético y que gran parte de la columna de agua de la CGSM podría ser fótica (Gaitán, datos sin publicar). Sin embargo, teniendo en cuenta que la Boca de la Barra presenta una fuerte influencia marina y que la profundidad allí es mayor que la profundidad promedio de la laguna, se hace necesario llevar a cabo observaciones en otras zonas del ecosistema con diferentes niveles de profundidad y aportes de otras fuentes de agua (ríos de la Sierra Nevada de Santa Marta, Complejo Pajarales), para determinar la profundidad de la zona fótica en la CGSM.

Los resultados analizados indican que la alteración en las variables físico-químicas analizadas, producto del uso del boliche CGSM, al parecer no es muy grande; por lo tanto las medidas que se adopten con relación al uso del boliche, deben estar basadas más en el impacto del boliche sobre el recurso íctico objeto de explotación, desde el punto de vista de capturabilidad y selectividad y no por su efecto sobre las condiciones físico-químicas del ecosistema.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores desean agradecer al Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras (INVEMAR), el apoyo logístico; a COLCIENCIAS y al proyecto Colombo-Alemán de Rehabilitación de la Ciénaga Grande de Santa Marta (PRO-CIENAGA) en la persona de su codirector Dr. Horst Salzwedel, por el apoyo financiero suministrado para la realización del presente trabajo. Al Dr. Jaime Mendo de la Universidad Agraria La Molina del Perú, por la asesoría en el diseño de las faenas de pesca experimental; a la Dra. Leonor Botero directora del INVEMAR, a la M.Sc. Adriana Santos-Martínez y al M.Sc. Pablo Cardona investigadores del Programa Lagunas Costeras, por la lectura crítica del artículo. Así mismo, al señor Julio Gaitán por su colaboración en el trabajo de campo y laboratorio, y a los señores Lorenzo Pérez, Francisco Castillo y Carlos Carbonó, pescadores artesanales de la CGSM, por su invaluable desempeño en las actividades de campo.

## BIBLIOGRAFIA

- APHA. 1992. Standard methods for examination of water and waste water, 18th ed. APHA, AWWA, WPCF, Washington, D.C., USA, 1100 p.
- Arias, P. 1988. Artes y métodos de pesca en aguas continentales de América Latina. COPESCAL. Doc. Ocas., 4:178p.
- Botero, L. 1988. Caracterización ecológica de la Ciénaga Grande de Santa Marta, una laguna costera tropical en la costa Caribe colombiana:1-47. En: L.Botero, (Ed). Estudio Ecológico de la Ciénaga Grande de Santa Marta. Inf.Proy., COLCIENCIAS-INVEMAR, Santa Marta.
- Botero, J. E. y L. Botero. 1989. Problemática del sistema Ciénaga Grande de Santa Marta, Delta Exterior del Río Magdalena. En: Colombia y el agua: tres aspectos. Bogotá. Fescol 5:11-28.
- Cardona, P. 1991. Caracterización de los suelos de manglar, del costado occidental de la Ciénaga Grande de Santa Marta. Tesis M.Sc.Ecología, Univ. Antioquia, Medellín, 136 p.
- Cervigón, F. 1982. La ictiofauna estuarina del Caño Manamo y áreas adyacentes: 205-260 En: D. Novoa (De.). Los recursos pesqueros del Río Orinoco y su explotación. Corp. Venezol. Guayana, Caracas, 386 p.
- Cosel, R. von. 1986. Moluscos de la región de la Ciénaga Grande de Santa Marta, costa Caribe colombiana. An. Inst. Invest. Mar. Punta Betín, 15-16:79-370.
- Day, J.; C.Hall; M.Kemp y A.Yáñez-Arancibia. 1989. Estuarine Ecology. John Wiley & Sons, Inc., New York, USA, 558 p.
- FAO. 1968. Trabajo de la FAO y organizaciones afines sobre ciencias marinas y sus aplicaciones. FAO, Roma, 25p.
- Gallo, J. 1988. Análisis preliminar de los artes y métodos de pesca en la Ciénaga Grande de Santa Marta, con énfasis en el método del bolicheo. TRIANEA, 1: 229-242.
- Hernández, C. y K. Gocke. 1989. Productividad primaria en la Ciénaga Grande de Santa Marta, Colombia. An. Inst. Invest. Mar. Punta Betín, 19-20:101-119.
- IGAC. 1973. Monografía del Departamento del Magdalena. Inst. Geogr. Agustín Codazzi, Bogotá. 162 p.
- Kjerfve, B. 1994. Coastal lagoon processes. Elsevier Oceanogr. Ser. 60, Amsterdam, 577 p.
- Kucklick, M. 1987. Biomasa del fitoplancton y contenido del seston en un estuario de manglar (Ciénaga Grande de Santa Marta). Tesis Biol., Univ. Stuttgart-Hohenheim, Botanisches Institut,

- Alemania, 262 p.
- Lasserre, P. 1979. Las lagunas costeras: ecosistemas de refugio, focos de cultivo y objetivos de expansión económica. *La Naturaleza y Sus Recursos*, 15(4): 3-21.
- Mancera, J.E. 1991. Estimación de la productividad secundaria en bancos de ostra *Crassostrea rhizophorae* (Guilding, 1982) de la Ciénaga Grande de Santa Marta. Inf. Programa Lagunas Costeras, INVEMAR, Santa Marta, 30 p.
- \_\_\_\_\_ y L. Botero. 1993. Estudio Ecológico de la Ciénaga Grande de Santa Marta, Delta Exterior del Río Magdalena. III etapa. Inf. Proy., INVEMAR, Santa Marta, 128 p.
- \_\_\_\_\_ . 1994. Hacia un ordenamiento pesquero de la Ciénaga Grande de Santa Marta. Inf. Programa Lagunas Costeras, INVEMAR, Santa Marta, 19 p.
- \_\_\_\_\_ y A. Vidal. 1994. Florecimiento de microalgas relacionados con muerte masiva de peces en el complejo lagunar Ciénaga Grande de Santa Marta, Caribe colombiano. *An. Inst. Invest. Mar. Punta Betín*, 23:103-117.
- Manjarrés, G. 1989. Características ecológicas de los manglares de la costa Atlántica colombiana, con especial énfasis en la región de la Ciénaga Grande de Santa Marta e Isla de Salamanca. Inf. Proy., *Bioecología de los manglares de Colombia*, INVEMAR, Santa Marta, 39 p.
- Nichols, F.H.; J.E. Cloern; S.N. Luoma y D.H. Peterson. 1986. The modification of an estuary. *Science*, 231:567-573.
- Nixon, S.W. 1982. Nutrient dynamics, primary production and fisheries yields of lagoons. *Oceanol. Acta*, 152:357-371.
- Reid, G. K. y R. D. Wood. 1976. *Ecology of inland waters and estuaries*. D. Van Nostrand., New York, USA, 485 p.
- Santos-Martínez, A. 1989. Estudio biológico y ecológico de la ictiofauna de la Ciénaga Grande de Santa Marta, Caribe colombiano. Tesis M. Sc. Biol. Mar., Univ. Nacional de Colombia, Bogotá, 178 p.
- Toncel, M. 1983. Sedimentación y composición del seston en la Ciénaga Grande de Santa Marta. Tesis Biol., Univ. Nacional de Colombia, Bogotá. 169 p.
- Yáñez- Arancibia, A. y R.S. Nugent. 1977. El papel ecológico de los peces en estuarios y lagunas costeras. *An. Centro Cien. Mar Limnol. Univ. Nal. Auton. México*, 4(1): 107-114.
- Yáñez-Arancibia, A. 1986. *Ecología de la zona costera. Análisis de siete tópicos*. AGT Editor, S.A., México, 189 p.
- Wiedemann, H.U. 1973. Reconnaissance of the Ciénaga Grande de Santa Marta, Colombia: physical parameters and geological history. *Mitt. Inst. Colombo-Alemán, Invest. Cient.*, 7:85-119.

#### **DIRECCION DE LOS AUTORES**

*Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras "José Benito Vives de Andreis" INVEMAR, A.A. 1016, Santa Marta, Colombia.*

