

# **UTILIZACIÓN DE LA MACROFAUNA BENTÓNICA COMO INDICADOR DE CALIDAD AMBIENTAL EN LA DESEMBOCADURA DEL RÍO ANCHICAYA, PACÍFICO COLOMBIANO**



**Carlos H. Lucero Rincón, M.Sc.**

Profesor Asociado

Universidad del Valle, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Departamento de Biología, Cali, Colombia, [carlucero@univalle.edu.co](mailto:carlucero@univalle.edu.co)

**Germán Bolívar, Ph.D.**

Profesor Titular

Universidad del Valle, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Departamento de Biología, Cali, Colombia,

**Raúl Neira, Tec.**

Profesor

Universidad del Valle, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Departamento de Biología, Cali, Colombia,

**Enrique Javier Peña, Ph.D.**

Profesor Titular

Biólogo, Universidad del Valle, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Departamento de Biología, Cali, Colombia.

## **RESUMEN**

Se evaluó la relación existente entre la cantidad de sedimentos que se encuentran en la desembocadura del cauce del río Anchicaya y el crecimiento de la macrofauna bentónica entre las zonas de Taparal y Soldado, Bahía de Buenaventura. Las muestras de macrofauna fueron recopiladas en agosto del 2003, empleando una draga Peterson de 225 cm<sup>2</sup> de área. Todas las muestras de macrofauna se preservaron en alcohol (concentración 70%) y formol (concentración 10%). Se aplicaron los índices de dominancia, densidad, diversidad y equidad. La fauna fue organizada en grupos tróficos: alimentadores de depósito de superficie (ADS), alimentadores de depósito de sub-superficie (ADSS), filtradores (FF), carnívoros (CAR) y omnívoros (OMN). También se empleó el Análisis Factorial de Correspondencia (AFC) para determinar su variación espacial. Se colectaron 309 individuos con 80 especies distribuidos en 7 grupos (Poliquetos, Amphipodos, Crustáceos, Gastrópodos, Bivalvos, Insectos y Sipunculas). En Taparal dominaron los ADS

\*Recibido : 21 Julio 2008 \*Aceptado: Septiembre 30 2008

(amphipodos), mientras que en Soldado fueron los ADSS (poliquetos). Se encontró una mayor estructura comunitaria en la región de Soldado con un aumento de los índices ecológicos. La abundancia de poliquetos Capitellidae, se relacionan con la alta carga de sedimentos registrada y transportada por el río que incrementa el contenido de materia orgánica del sistema, lo cual puede servir para desarrollar bioindicadores de erosión en la cuenca del río Anchicayá.

## PALABRAS CLAVES

Macrofauna, río Anchicayá, grupos tróficos, índices ecológicos, contaminación

## ABSTRACT

*The objective of the present work is to evaluate the trophic structure of the benthic macrofauna in the Anchicaya river's mouth, between Taparal and Soldado, in the Buenaventura Bay. In August 2003, macrofauna was obtained by using a Peterson dredger for an area of 225cm<sup>2</sup>. All samples were preserved in alcohol at 70% and formal at 10%. Index for dominance, density, diversity and equity were applied. Fauna was organized by trophic groups: feeders for superficial deposit (FSD), feeders for sub-surface deposit (SSDF), filtrators (FF), carnivores (CAR), and omnivores (OMN). The correspondence factorial analysis (CFA) was also used to determine spatial variation. 309 individuals were collected with 80 distributed species in 7 groups (Polichaetes, Amphipods, Crustaceans, Gastropods, Bivalves, Insects and Sipunculans). In Taparal there were specially ADS (Amphipods), while in Soldado were the polichaetes (SSDF). In the region of Soldado a bigger community structure was found with an increase of ecological indexes. The abundance of Polichaetes Capitellidae, suggests that the river's mouth, in the region of Soldado, has high charge of sediments transported by the river which increases the content of organic material in the system.*

## KEYWORDS

Macrofauna, Anchicaya river, trophic groups, ecological indexes, pollutions.

## 1. INTRODUCCIÓN

Las desembocaduras de ríos son áreas de gran dinámica biológica y física al generar cargas de sedimentos que son transportados por los ríos. La materia orgánica alóctona de los ríos y autóctona por descomposición de hojas y organismos del manglar se acumula en la desembocadura provocando zonas con alto contenido de nutrientes, los cuales son fuente de alimento y hábitat para la fijación y el desarrollo de una gran diversidad de organismos bentónicos (Lucero *et al.*, 2006)

La identificación de factores y procesos que dominan la estructura de los ensambles macrobentónicos en la desembocadura de los ríos reviste gran importancia ecológica. La sensibilidad de los ensambles macrobentónicos de zonas estuarinas frente a las alteraciones medioambientales han sido comúnmente empleados a nivel mundial para evaluar los efectos de la contaminación en estos sistemas y el grado de erosión de las cuencas (Solís, 1982; Gaston *et al.*, 1998; Brown *et al.*, 2000), su relación con ciertas variables ambientales (Schaffner, 1990; Peterson, 1991; Molina y Vargas, 1994), o evaluación de la estructura trófica en planos lodosos (Commit and Ambrose, 1985; Cannicci *et al.*, 1999; Brown *et al.*, 2000). En la costa pacífica colombiana, algunos estudios incluyen la distribución y abundancia de los organismos macrobentónicos (Cantera, 1991; Cantera *et al.*, 1994, 1999; Lucero y Cantera, 2007), con la variabilidad bajo condiciones climáticas anormales (Lucero *et al.*, 2006), relación de la abundancia de aves con el macrobentos (Morales y Lucero, 2002) y relación con la contaminación (Tovar, 1994; Univalle, 1994; CAE, 1995).

El presente trabajo fue realizado en la desembocadura del río Anchicayá, en la bahía de Buenaventura, el cual presenta características estuarinas y es notablemente influenciado por las descargas del río que determinan las características hidrológicas y sedimentológicas de la zona. El objetivo fue evaluar la estructura trófica de la macrofauna bentónica y su relación con algunos factores ambientales mediante una metodología de evaluación rápida.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

El área de estudio se encuentra ubicada a 3°36'46.9" N – 76°53'16" W y 3°44'46" N – 76°58'23.5" W, conformada

por la subcuenca correspondiente a los afluentes Danubio, Aguaclara Aribí, San Marcos, Tatabro, Guaimía y Sabaletas principalmente y corresponde a la cuenca hidrográfica del río Anchicayá. Se encuentra limitada por el oriente con la cordillera occidental, al occidente con el océano Pacífico y su trayecto se encuentra inmerso en el municipio de Buenaventura (Figura 1). En la desembocadura en la Bahía de Buenaventura se depositan sedimentos transportados por el río, en los sectores de Humane, Taparal y Soldado. En estos sectores se presenta la interacción con el agua marina formándose un ecosistema estuarino. En la región es muy común observar aves en forrajeo, alimentándose de pequeños cangrejos y gusanos poliquetos (Morales y Lucero, 2002).



Figura 1. Localización del área de estudio en plena desembocadura del río Anchicayá en la Bahía de Buenaventura, Pacífico colombiano

Se realizaron muestreos sistemáticos en el mes de febrero del año 2003 entre Taparal y Soldado en la desembocadura del río Anchicayá. Se tomaron muestras de sedimento con una draga Peterson de 225 cm<sup>2</sup> de área para análisis de la fauna. Para la obtención de las muestras se realizó un transepto imaginario perpendicular a la línea de costa con la ayuda de una brújula y un sistema de posicionamiento global, con el objetivo de extraer muestras de sedimentos en tres puntos equidistantes a cada transepto. Se obtuvieron seis muestras en cada estación para un total de 12 muestras recolectadas.

Los organismos bentónicos se obtuvieron lavando el sedimento en tamices de 500 micrómetros de poro mediante agitación suave. La fauna encontrada fue fijada en formalina al 10% preparada con agua de mar. En el laboratorio los organismos fueron identificados y conservados en formol 5% o alcohol 70% según el grupo taxonómico. Para la identificación se utilizaron guías taxonómicas como Keen (1971), Abbott (1974), Crane (1975), Fauchald (1977), Brusca (1980), Ramos (1989) y Hendrickx (1995).

La estructura de la comunidad se estableció mediante el uso de índices ecológicos, tales como la abundancia relativa o dominancia de especies, densidad, diversidad (Shannon y Weaver, 1949) y equidad (Pielou, 1966). La fauna macrobentónica fue organizada en grupos tróficos teniendo en cuenta las estrategias y preferencias alimenticias (Crane 1975, Gaston and Nasci 1988, Brown *et al.* 2000, Lucero *et al.* 2006). Estos grupos tróficos incluyen alimentadores de depósito de superficie (ADS), alimentadores de depósito de sub-superficie (ADSS), filtradores (FF), carnívoros (CAR) y omnívoros (OMN). La variación espacial en la composición de especies y grupos tróficos fue evaluada usando el Análisis Factorial de Correspondencia (AFC) con base en la densidad de especies en cada una de las estaciones estudiadas.

### 3. RESULTADOS

Se colectaron 309 individuos pertenecientes a 80 taxas distribuidos principalmente en 7 grupos taxonómicos (Poliquetos, Amphipodos, Crustáceos, Gastrópodos, Bivalvos, Insectos y Sipunculas). Se estableció una categoría llamada "otros", la cual se incluyen nematelmintos, equiuros y platelmintos debido a su baja representatividad. Se separaron los Amphipodos de la categoría crustáceos debido a la diferencia en el tipo y la forma de alimentación, por lo que corresponden a diferentes niveles tróficos. Los grupos dominantes en número de especies y de individuos fueron los poliquetos y Amphipodos (Figuras 2 y 3). No obstante, en Taparal el 65% de la fauna está representada por amphipodos de la familia Gammaridae, los demás corresponden a isópodos y larvas inmaduras de insectos, mientras que en Soldado el 82,3% son gusanos poliquetos, el resto de la taxocenosis lo constituyen algunos bivalvos (*Tellina* spp.), gastrópodos (*Anachis* spp., *Theodoxus* spp.), equinodermos como estrellas de mar (Amphiuridae,

Ophiurichidae) y gusanos sipunculidos y echiuros entre otros. La presencia de crustáceos, en esta estación fue muy baja, se registraron algunos palinuridos, amphipodos y alpheidos. Se destaca la ausencia total de crustáceos brachiuros, muy común en las desembocaduras de ríos.

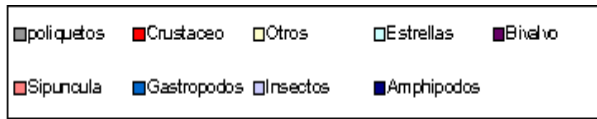


Figura 2. Dominancia en número de especies de los principales grupos taxonómicos registrados en las estaciones de Taparal y Soldado en la desembocadura del río Anchicayá, Bahía de Buenaventura

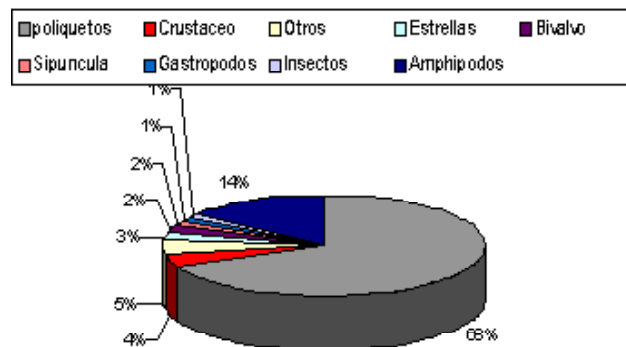


Figura 3. Dominancia en número de individuos de los principales grupos taxonómicos registrados en las estaciones de Taparal y Soldado (desembocadura del río Anchicayá) en la Bahía de Buenaventura

En términos generales, los taxa dominantes del sistema corresponden a *Terebellides* sp (34,07 ind/m<sup>2</sup>), *Notomastus* sp1 (16,24 ind/m<sup>2</sup>), Cirratulidae (14,81 ind/m<sup>2</sup>), Gammaridae sp3 (12 ind/m<sup>2</sup>), Maldanidae sp. (9,63 ind/m<sup>2</sup>), Capitellidae sp1 (7 ind/m<sup>2</sup>) y *Mediomastus* sp1 (7 ind/m<sup>2</sup>), Gammaridae sp4 (5,4 ind/m<sup>2</sup>) y Nephtyidae

(5,2 ind/m<sup>2</sup>). Los 10 primeros taxa más abundantes en el sistema representaron el 55% del macrobentos colectado, de las cuales 8 taxa son poliquetos y 2 amphipodos, el resto de la taxocenosis presentan dominancias muy bajas. Estos taxa presentaron una distribución agregada, mientras que los 70 restantes correspondieron a distribución aleatoria. Se encontró una mayor estructura comunitaria en la región de Soldado con respecto a Taparal, con un aumento de diversidad, densidad y riqueza de especies (Tabla 1.).

Tabla 1. Descriptores ecológicos encontrados en la desembocadura del río Anchicaya, bahía de Buenaventura, Pacífico colombiano

| Índices                        | Taparal | Soldado | Total |
|--------------------------------|---------|---------|-------|
| Shannon (H' Log Base 10)       | 1,041   | 1,523   | 1,608 |
| Shannon J' (Equidad)           | 0,814   | 0,834   | 0,845 |
| Riqueza (No. de taxa)          | 13      | 67      | 80    |
| Densidad (ind/m <sup>2</sup> ) | 0,51    | 2,35    |       |

En términos generales, el grupo trófico que registró el mayor número de individuos y de especies fueron los organismos detritívoros alimentadores de depósito de sub-superficie (ADSS) con el 67,31% de la abundancia total, y alimentadores de depósito de superficie (ADS) con el 20,71%; juntos constituyen el 88,2 % de la abundancia total de la zona. En la estación de Taparal dominaron los alimentadores de depósitos de superficie, ADS (80%), que en su mayoría están conformados por amphipodos y en Soldado la mayor dominancia correspondió a los alimentadores de depósito de sub-superficie (ADSS) con el 78,35%, constituidos principalmente por gusanos poliquetos. Los demás grupos representaron menos del 5% del total de la abundancia macrobentónica.

El Análisis Factorial de Correspondencia mostró que los grupos tróficos también se relacionan con la composición granulométrica del fondo (Factor I: 57,61%) y el gradiente de salinidad creciente (Factor II: 42,39%) desde la estación Taparal (4-8 ppm en marea alta) hacia Soldado (10 – 25 ppm), (Figura 4). La abundancia de los ADSS depende más de la composición granulométrica que del gradiente de salinidad, mientras que los ADS son más influenciados por el gradiente de salinidad debido a que en la estación de Taparal los valores de salinidad son generalmente despreciables, especialmente durante marea baja; en esta región la menor influencia marina permite la constitución de un suelo con características

arenosas mientras que en Soldado más del 80% es de composición lodosa (limos y arcillas). Los FF, HER y CAR están influenciados tanto por la salinidad como por el sedimento, mientras que los OMN principalmente por la composición del suelo.

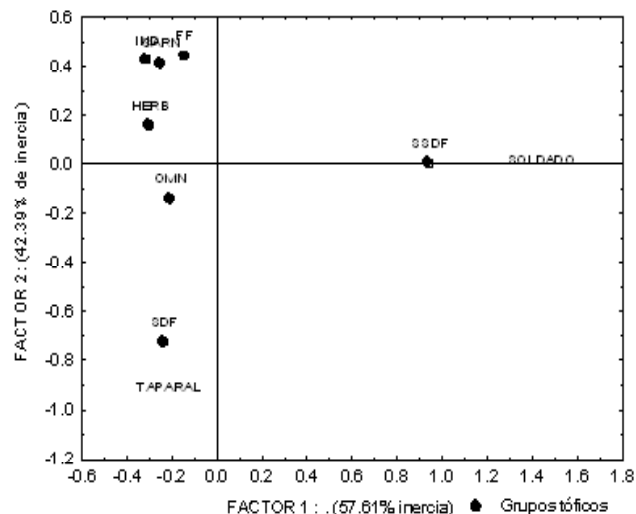


Figura 4. Análisis Factorial de Correspondencia de los grupos tróficos en las estaciones de Taparal y Soldado en la desembocadura del río Anchicayá.

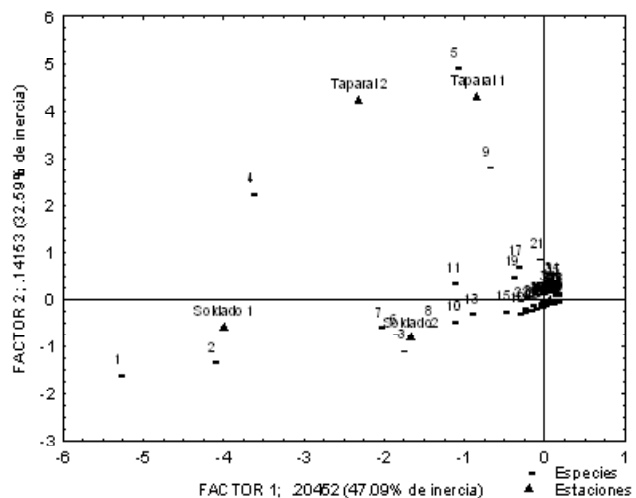


Figura 5. Análisis Factorial de Correspondencia de la abundancia media de especies encontradas en la desembocadura del río Anchicayá entre Taparal y Soldado.

De los 80 taxa encontrados, sólo 11 se distribuyen exclusivamente en la estación de Taparal, representados por los amphípodos de la Familia Gammaridae. Únicamente cinco (5) taxa se encontraron distribuidos en las dos estaciones evaluadas (Amphipoda,

Gammaridae, Nematelminto, *Elmidae* sp y Chironomidae), los cuales corresponden a los códigos 11, 17, 18, 34 y 35 del plano factorial (Figura 5); los 64 taxa restantes se distribuyeron únicamente en la estación de Soldado. El Análisis Factorial de Correspondencia permitió determinar que la distribución de las especies macrobentónicas en la desembocadura está influenciada principalmente por dos factores importantes: La composición granulométrica del fondo (Factor I: 47,09 %) y la variación de salinidad (Factor II: 32,59 %).

#### 4. DISCUSIÓN

La dominancia de poliquetos es común en este tipo de ambientes tanto a nivel local (i. e. Tovar, 1994; CAE, 1995, UNIVALLE, 1994; 1995, Lucero *et al.*, 2006) y mundial (i. e. Solís, 1982; Molina y Vargas, 1994; Vargas, 1987; Chandran *et al.*, 1982). Este estudio, a diferencia de otros, muestra que los poliquetos son ampliamente dominantes y una composición y abundancia de la estructura trófica de otros grupos como crustáceos y moluscos, los cuales también son identificados como taxa importantes (Gray, 1981). Se encontró que los crustáceos, especialmente en la estación de Soldado donde se encuentra la mayor abundancia de individuos y especies, no son dominantes.

No se registró la presencia de crustáceos braquiuros (cangrejos) ni camarones, los cuales son componentes importantes de cualquier sistema estuarino y los moluscos fueron pobremente representados. La alta dominancia de los alimentadores de depósito (ADS y ADSS) en número de especies (65%) y de individuos (82%) sugiere el gran contenido de materia orgánica del sistema. La distribución de estos organismos obedece a condiciones de salinidad y características de fondo; en Taparal, donde la salinidad es mínima, especialmente durante marea baja, y el fondo es arenoso, dominan los ADS, en su mayoría amphípodos (80%), mientras que en Soldado (plena desembocadura del río Anchicayá), donde el fondo es lodoso y el agua es estuarina, dominan los ADSS, como los poliquetos (78,35%).

La categoría «otros gusanos» incluye sipunculidos, equiuros, nematelmintos y platelmintos; este grupo corresponde, al igual que los poliquetos, a indicadores biológicos de materia orgánica y procesos de sedimentación.

La estructura trófica de la comunidad bentónica estuvo relacionada principalmente con la salinidad y el tamaño

de partícula del sedimento.

La abundancia de SDF fue substancialmente más alta en Taparal, donde existió ausencia de salinidad durante el tiempo de muestreo, mientras que la abundancia de SSDF fue proporcionalmente mayor en Soldado, donde la salinidad fue más alta, por encima de 4‰; los OMN, FF, CAR y otros grupos fueron pobremente representados; resultados similares fueron obtenidos en estuarios del Golfo de México (Brown *et al.*, 2000) y en el estuario del río Dagua (Bahía de Buenaventura), (Lucero *et al.*, 2006).

En la desembocadura del río Dagua (Lucero *et al.*, 2006) encontraron que el 21% de la macrofauna macrobentónica corresponde a ADSS y el 72,4% ADS. En el presente estudio ocurre todo lo contrario, el 20% de esta fauna son ADS y el 67% son ADSS, lo cual muestra la gran importancia de los poliquetos en la dinámica trófica del ecosistema, en virtud de la alta disposición de materia orgánica.

En términos generales, el gran número de taxa alimentadoras de depósitos (59) sugiere una amplia variedad de recurso alimenticio (Whitlatch, 1981).

La dominancia de las especies alimentadoras de depósitos, especialmente SDF (amphipodods) y SSDF (poliquetos), indican la gran importancia del detritus como una fuente de energía para la comunidad bentónica en este tipo de sistemas (Lucero *et al.*, 2006), por lo que las especies de poliquetos son importantes debido a que representan un recurso alimenticio para peces e invertebrados y desempeñan una función importante en la regeneración (Boyton & Kemp, 1985; Doering, 1989).

La mayor abundancia de poliquetos estuvo asociada a un aumento en el contenido de limos y arcillas. Algunos autores coinciden en afirmar que este grupo prefiere ambientes ricos en nutrientes por que son alimentadores de depósito, y en las zonas con mayores acumulaciones de materia orgánica, ya sea naturales o antropogénicas, dominan los alimentadores de depósito que son en su mayoría gusanos poliquetos, (Cantera 1982 y Cantera *et al.*, 1994). Además, Brown *et al.*, (2000) encontraron que en sitios contaminados en los estuarios del Golfo de México existió mayor proporción de SSDF que de SDF, por lo que esta dominancia puede ser indicativo de frecuentes disturbios en estos estuarios (Gaston *et al.*, 1998).

La abundancia de poliquetos de la familia Capitellidae, en la desembocadura del río Anchicayá, principalmente a la altura de la estación Soldado, se debe entre otros factores a una alta carga de sedimentos transportados por el río que incrementa el contenido de materia orgánica del sistema, puesto que las especies de esta familia son a menudo colonizadores de ambientes alterados o estresados (Blake *et al.*, 2000).

Los géneros *Capitellay Notomastus*, registrados en la estación Soldado, son utilizados como indicadores de contaminación, ya que son abundantes en sedimentos enriquecidos orgánicamente (Blake *et al.*, 2000).

Cuando el contenido de materia orgánica de los sedimentos es alto, estos gusanos pueden reproducirse rápidamente y construir grandes poblaciones.

Por tanto, los capitélidos son considerados organismos oportunistas en sedimentos estresados o alterados, cuando casi toda la fauna (infauna) ha muerto, por lo que siguen un patrón de sucesión después de una perturbación ambiental (Blake *et al.*, 2000). Lo anterior sugiere que en la desembocadura del río Anchicayá se está presentando un estado sucesional debido a un tipo de perturbación ocurrida aguas arriba, lo cual se relaciona con descargas anormales de sedimentos que modifican la estructura de las comunidades, destruyendo la biodiversidad bentónica y dando paso a la aparición de poliquetos en el fondo.

Los macroinvertebrados bentónicos son el principal componente de la cadena alimenticia acuática y su historia de vida los hace susceptibles a cambios en las condiciones ambientales, especialmente por actividad antropogénica, que se traduce en cambios de la estructura trófica de la comunidad bentónica y con ello del sistema en general (Lucero *et al.*, 2006).

Los resultados encontrados mostraron que la macrofauna bentónica, especialmente los gusanos poliquetos, en las desembocaduras de los ríos son buenos indicadores de alteraciones ocurridas en los suelos de la cuenca, debido a la carga de sedimentos depositada en la desembocadura del río.

Adicionalmente, la evaluación rápida de un ecosistema acuático muestra las condiciones actuales en que éste se encuentra, generando información sobre las relaciones ecológicas del entorno y las causas que la originan.

## 5. AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se realizó gracias a la orden de contrato suscrita entre La Fundación General de Apoyo a la Universidad del Valle y la Corporación Regional del Valle del Cauca (CVC). Se agradece a la sección de Biología Marina y al Departamento de Biología de la Universidad del Valle por facilitar los equipos y laboratorios para la toma y procesamiento de las muestras. A la comunidad del Bajo Anchicayá, a la CVC por su apoyo financiero y a todas las colegas y estudiantes que de una u otra forma hicieron posible la culminación de este trabajo.

## 6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abbott, R.T. (1974). American Seashell, second ed. Van Nostrand Reinhold Company, New York, 663 pp.
- Blake, J. A., Hilbig b. and Valentich Scott, P. (2000). Taxonomic Atlas of the benthic fauna of the Santa Maria Basin and The Western Santa Barbara Channel. Volume 14. Miscellaneous taxa. Santa Barbara, California.
- Boyton, W. R. & W. M. Kemp. (1985). Nutrient regeneration and oxygen consumption by sediments along an estuarine salinity gradient. Mar. Ecol. Progr. Ser. 23: 45-55.
- Brown, S.S., Gaston, G.R., Rakocinski, C.F., Heard, R.W., (2000). Effects of sediment contaminants and environmental gradients on macrobenthic community trophic structure in Gulf of Mexico estuaries. Estuaries 23, 411-424.
- Brusca, P. (1980). Common intertidal invertebrates of gulf of California. 2da ed. The university of Arizona Press. Tucson, Arizona 325 p.
- Comité de acción Ecológica de la Universidad del Valle (1995). Informe del Estudio de Impacto Ambiental por aguas residuales en la bahía de Buenaventura. Universidad del Valle.
- Cantera, J. R. (1982). Fauna asociada al ecosistema manglar estero en la bahía de Buenaventura (Pac. Col.). Cali, Universidad del Valle. 166 p.
- Cantera, J. R., Arnaud, P. & Neira, R. (1994). La macrofauna de playas arenosas en las Bahías de Buenaventura y Málaga (Pacífico colombiano). Estructura espacial y dinámica temporal. Revista de Ciencias. Universidad del Valle, Cali, Colombia 10: 27 – 47.
- Crane, J. (1975). Fidler crabs of the word Ocypodidae Genus Uca, Princeton University Press. Princeton, New Jersey. 735 pp.
- Chandran, R., Thangaraj, G.S., Sivakumar, V., Srikrishnadhas, B., Ramamoorthi, K. (1982). Ecology of macrobenthos in the Vellar Estuary. Indian Journal of Marine Sciences 11, 122-127.
- Doering, P. H. (1989). On the contribution of the benthos to pelagic production. Journal Mar. Res. 47: 371-383.
- Fauchald, K. (1977). The polychaete worms. Definitions and Keys the order, families and genero. Natural History Museum of Angeles Country, USA. 188 p.
- Gaston, G. R. AND J. C. Nasci. (1988). Trophic structure of macrobenthic communities in the Calcasieu Estuary, Louisiana. Estuaries 11:201-211.
- Gaston, G.R., Brown, S.S., Rakocinski, C.F., Cleveland, C.M., (1998). Trophic function in estuaries: response of macrobenthos to natural and contaminant gradients. Marine and Freshwater Research 49, 833-846.
- Gray, J. (1981). The ecology of marine sediments. Editores Interprinted Limited. Cambridge.
- Hendrick, M. E. (1995). Estomatópodos, Langostas, Anomuros, Camarones, Cangrejos. Equinodermos. En Guia FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacifico Centro – Oriental pp 355-646. FAO. Roma, Italia.
- Keen, A. M. (1971). Sea shell of thropical West America, Marine mollusks from Baja California to Peru. Standfor University Press, stanfor California X: 1064 pp.

- Lucero R. C., Cantera J. R. y Romero I. C. (2006). Variability of macrobenthic assemblages under abnormal climatic conditions in a small scale tropical estuary. *Rev. Estuarine Coastal and Shelf Science*. 68: 17-26
- Molina, L. O.A. & J.A. Vargas. (1994). Structure of the macrobenthos of the Jaltepeque Estuary from El Salvador. *Revista Biología Tropical* 42(1-2) :165-174.
- Morales, G. y Lucero C. H. (2002). Abundancia de aves en relación con la abundancia de macrobentos en la Bahía de Buenaventura, pacífico colombiano. *Rev. SAO. (Sociedad Antioqueña de Ornitología)*. vol. XIII, 24 y 25 junio-diciembre 2002. pp. 26-34
- Pielou, E.C., (1966). The measurement of diversity in different types of biological collections. *Journal of Theoretical Biology* 13, 131-144.
- Ramos, G.E., (1989). Estudio biosistemático de los camarones alfeidos (Crustacea, Caridea, Alpheidae) de la Costa Pacifica Colombiana. Tesis Universidad del Valle, 199 pp.
- Shannon, C.E., Weaver, W., (1949). *The Mathematical Theory of Communication*. University of Illinois Press, 159 pp.
- Solís, W.V., (1982). Aspectos de la contaminación orgánica sobre el macrobentos de las cuencas de sedimentación en la Bahía de Marsella (Francia). *Anales Instituto de Ciencias del Mar y Limnología*, Universidad Nacional Autónoma de México 9, 1-18.
- Tovar, J. A. (1994). Efecto de la polución por aguas residuales domésticas sobre comunidades macrobentónicas en playas lodosa intermareales en la Bahía de Buenaventura. Universidad del Valle. Centro de documentación del Departamento de biología. Cali, Valle 129 p.
- UNIVALLE. (1994). Estudio Ecológico y Ambiental del Poliducto litoral. Universidad del Valle. Cali, Colombia.
- Vargas, J.A., (1987). The benthic community of an intertidal mud flat in the gul of Nicoya, Costa Rica: description of the community. *Revista de Biología Tropical* 35, 299-316.
- Whitlatch, R.B., (1981). Animal-sediment relationships in intertidal marine benthic habitats: some determinants of deposit-feeding species diversity. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 53, 31-45.

This document was created with Win2PDF available at <http://www.win2pdf.com>.  
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.  
This page will not be added after purchasing Win2PDF.