

Asociaciones de poliquetos de fondos blandos en la bahía de Buenaventura, Pacífico colombiano

Associations of polychaetes of soft bottoms in the bay of Buenaventura, Colombian Pacific

Fundo macio poliquetas na baía de Buenaventura, na costa do Pacífico da Colômbia

Juan Guillermo Popayán-Hernández

Ingeniero Ambiental, Magister en Ingeniería Ambiental con énfasis en investigación. Docente de la Corporación Universitaria Minuto de Dios, Regional Huila. CERES Garzón.

jgpopayanh@unal.edu.co

Resumen

En esta investigación se realizó la caracterización espacial de las asociaciones de poliquetos en la bahía de Buenaventura, Pacífico colombiano, con el propósito de evaluar su calidad ambiental. Se eligieron los poliquetos, debido a que comprenden aproximadamente el 90% del bentos tanto en número como en biomasa y también porque responden rápidamente al estrés causado de forma antropogénica y natural. Para ello se empleó un índice biótico marino (AMBI, por sus siglas en inglés). Se muestrearon siete estaciones distribuidas a lo largo de la bahía, y se tomaron muestras de la columna de agua y de sedimento. Se determinó la abundancia y distribución de poliquetos, se calculó el AMBI para cada estación y a partir de ello se realizaron pruebas de significancia estadística y correlación para explicar los patrones de distribución de los organismos. Finalmente, mediante el AMBI se determinó el estado de la calidad ecológica de la bahía de Buenaventura. Se concluye que la alta densidad de *Aricidea simplex*, no es debida únicamente al enriquecimiento de materia orgánica, sino a que en el momento de muestreo se encontraba en la etapa de reproducción.

Palabras clave: calidad ecológica, poliquetos, índice biótico.

Abstract

In this research spatial characterization of polychaetes was carried out in the bay of Buenaventura, located in the pacific coast of Colombia, with the purpose of assessing their environmental quality. Polychaetes, were chosen because they correspond to the 90% of the benthos both in number as in biomass and in quantity of biomass and also because they respond rapidly to natural and anthropogenic stress. In order to measure this variable, a marine biotic index was used (AMBI). Samples of water column and sediment were taken in seven stations distributed along the bay. The abundance and distribution of polychaete were determined, the AMBI calculated for each station and from it tests of statistical significance was calculated and correlation and statistical significance tests performed to explain the patterns of distribution of organisms. Finally, the state of the ecological quality of the bay of Buenaventura was determined using the AMBI INDEX. It was concluded that the high density of *Aricidea simplex*, is not due only to the enrichment of organic matter, but that in the time the sampling was done, polychaetes were in the stage of reproduction.

Key-words: ecological quality, polychaete , biotic index.

Resumo

Nesta pesquisa realizou-se a caracterização espacial de associações de poliquetos na Bahia de Buenaventura (Pacífico colombiano), a fim de avaliar a sua qualidade ambiental. Os Poliquetos foram escolhidos por representarem cerca de 90% dos bentos tanto em número quanto em biomassa e também porque eles respondem rapidamente ao stress causado pela forma antropogênica e natural. Para tanto se utilizou um índice biótico marino (AMBI, por sua sigla em Inglês). Amostraram-se sete estações distribuídas ao longo da Bahia e se tomaram amostras da columna de água e do sedimento. Foi determinada a abundância e

distribuição de poliquetos, sendo que também se determinou o AMBI para cada estação. A partir disso, testes de significância estatística e correlação foram realizados para explicar os padrões de distribuição dos organismos. Finalmente, por meio de AMBI foi determinado o estado da qualidade ecológica da Bahia de Buenaventura. Concluiu-se que a alta densidade de *Aricidea simplex* não é devido apenas ao enriquecimento de materia orgánica, mas que no momento da amostragem encontrava-se na etapa reprodutiva.

Palavras-chave: qualidade, poliquetas, índice biótico ecológica

Introducción

La distribución de los organismos bentónicos varía en el tiempo y en el espacio debido a la heterogeneidad del hábitat. Así, estudios realizados en zonas templadas, muestran como la distribución y la abundancia de los organismos bentónicos se ve fuertemente afectada por la variación espacial en las propiedades de la columna de agua y en el sedimento (Guzmán-Alvis, Lattig & Ruíz, 2006).

Las comunidades bentónicas se hallan numérica y estructuralmente asociadas a la disponibilidad de recursos, los cuales son modificados por las interacciones con los factores ambientales. El movimiento de las mareas, el viento, la descarga de agua dulce aportadas por los ríos, son factores que modifican constantemente las características de la columna de agua y el sedimento. Dichas características del sedimento son decisivas en la distribución de la fauna béntica (Pearson & Rosenberg, 1987). Por tanto, la distribución espacial de las especies puede ser una respuesta a la variación de las propiedades físicas y químicas de la columna de agua y el sedimento.

El carácter sésil de las comunidades bentónicas, su capacidad para soportar perturbaciones

ambientales (Salazar-Vallejo, 1991), hace que dichas comunidades sean útiles para evaluar las modificaciones en el ecosistema debido a influencias exógenas. En la presente investigación se eligieron los poliquetos, debido a que comprenden aproximadamente el 90% del bentos tanto en número como en biomasa (Calderón-Aguilera, 1992), y también porque responden rápidamente al estrés causado de forma antropogénica y natural. (Bustos-Baez & Fried, 2003). Así, los poliquetos son considerados buenos indicadores debido a que tienen periodos de vida relativamente largos e incluyen una diversidad de especies sensibles y tolerantes a las perturbaciones del medio, causadas principalmente por el enriquecimiento de materia orgánica. (Dauvin, Ruelleta, Desroya & Janson, 2007). Por tanto, se esperaría que la variabilidad estructural de las asociaciones de poliquetos sea debida a la heterogeneidad del hábitat en cuanto a la variación en las propiedades físicas y químicas del mismo.

Con el propósito de determinar la estructura del ecosistema así como también determinar el estatus ecológico de un estuario, se desarrolló en Europa un índice biótico marino AMBI (por sus

siglas en ingles), basado en la proporción de especies asignadas a uno de los cinco niveles de sensibilidad al incremento de perturbación por materia orgánica, el cual varía desde especies muy sensitivas hasta especies oportunistas que se ven favorecidas por el enriquecimiento por materia orgánica (Borja, Franco & Perez, 2000). Este índice ha sido aplicado en Europa (Dauvin, Ruelleta, Desroya & Janson, 2007), en Asia (Cai *et al.*, 2003), en África del Norte (Bazari, Bayed & Hily, 2005), y en América del Sur (Muniz *et al.*, 2005).

Materiales y métodos

Área de estudio

La bahía de Buenaventura está localizada en la costa Pacífica de Colombia, a $3^{\circ}54' N$ y $77^{\circ}05' W$. Es un estuario poco profundo con un área de 70 km^2 , con un canal central de 16 km , un ancho promedio de 4 km y una profundidad media de 10 m (Lucero, Cantera & Romero, 2006).

Se dispusieron siete estaciones de muestreo ubicadas tal como se aprecia en la Figura 1.

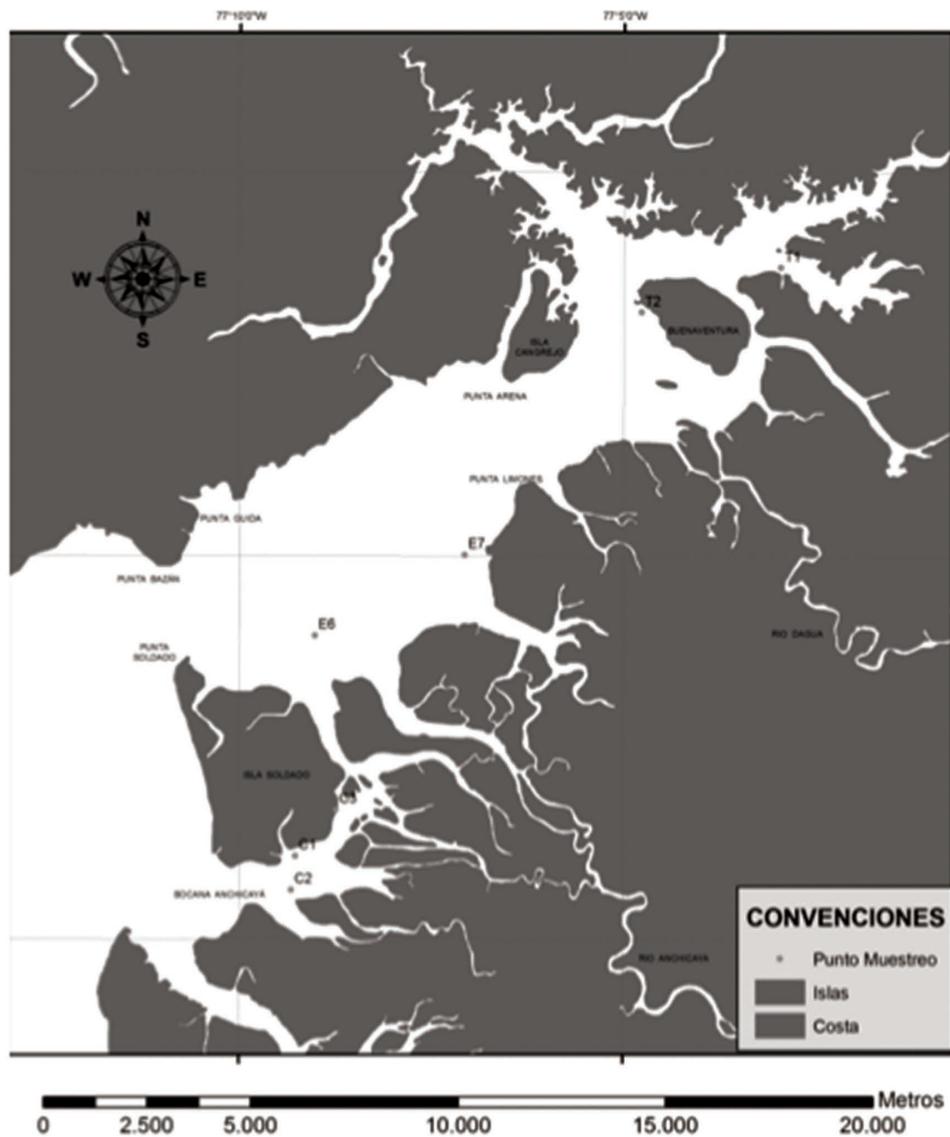


Figura 1. Ubicación de los puntos de muestreo

Las estaciones C1, C2 y C3, denominadas “estaciones control” son aquellas donde se presume una menor intervención antrópica. Dichas estaciones fueron ubicadas en cercanías a Punta Soldado, sitio caracterizado por franjas de manglares, donde las especies más comunes son *Rhizophora mangle* y *Avicennia germinans* (Peña-Salamanca, 2008).

Las estaciones E6 y E7 se ubicaron en la parte interior de la bahía, donde predominan las especies *Laguncularia racemosa* y *Mora oleifera*. (Peña-Salamanca, 2008).

Las estaciones T1 y T2, denominadas “estaciones problema” por estar en una zona considerada de alta influencia antrópica debido a su cercanía a la ciudad de Buenaventura, siendo la estación T2 ubicada frente a la tubería de descarga de aguas residuales de la ciudad de Buenaventura. La ubicación de las estaciones se hizo mediante un GPS Garmin (Tabla 1).

Tabla 1. Ubicación de los puntos de muestreo y su profundidad

Estación	Profundidad (m)	Latitud N	Longitud W
T2	1,8	3°53'13,32"	77° 4'52,68"
T1	4	3°53'45,12"	77°21'56,7"
C3	2,6	3°46'41,1"	77°8'43,98"
C2	3,7	3°45'38,55"	77°9'18,58"
C1	1,2	3°46'4,32"	77°9'15,78"
E6	0,4	3°48'57,78"	77°8'59,21"
E7	2,1	3°50'0,6"	77°7'3,53"

En cada estación se tomaron siete replicas para el análisis de la fauna béntica, y una réplica adicional para análisis fisicoquímicos. Estos últimos fueron enviados al laboratorio de Análisis Industrial de la Universidad del Valle, para la determinación de Fósforo Total Orgánico (PTa), Carbono Orgánico Total

(COTa), Nitrógeno Orgánico (NOa), Nitritos (NO2a), Nitratos (NO3a), Nitrógeno amoniacal (NH4a), Sólidos Totales Disueltos (TDS), y porcentaje de Oxígeno Disuelto (%OD) en la columna de agua, y Fósforo Total Orgánico (PTs), Carbono Orgánico Total (COTs), Nitrógeno Orgánico (NOs), Nitritos (NO2s), Nitratos (NO3s), Nitrógeno amoniacal (NH4s), Contenido de Materia Orgánica (MO), y Contenido de Cieno (Cie) en el sedimento.

Las muestras fueron tomadas con una draga Van Veen (0.04 m²). El sedimento fue tamizado a bordo a través de un tamiz de ojo de malla de 0.5mm. Una vez tamizadas, las muestras se rotularon y se conservaron en una solución de etanol al 98%.

Las variables abióticas tales como el Oxígeno Disuelto (mg L⁻¹), Clorofila (mg m⁻³), algas (cel ml⁻¹) y Temperatura Superficial (°C) del mar, fueron determinadas en campo mediante una sonda multiparamétrica YSI 6600-V2, y la salinidad se estimó con una sonda Handlylab.

Análisis de la información

Información biológica

En el laboratorio de Investigaciones Ambientales de la Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira, las muestras fueron tamizadas, y los organismos retenidos se separaron de los otros grupos taxonómicos (crustáceos, moluscos y equinodermos) y se hizo la determinación cuantitativa de los organismos. La identificación se realizó al nivel taxonómico de especie con las guías de Hartman (1968), Salazar-Vallejo (1991) y luego se contabilizó el total de organismos.

Para el cálculo del AMBI, la clasificación de las especies identificadas dentro de las cinco categorías ecológicas, se realizó mediante la comparación con la lista proporcionada por AZTI para la ejecución del Software AMBI disponible en la página Web de AZTI; <http://www.azti.es>. El AMBI es definido como (Fórmula 1):

$$\text{AMBI} = 0\text{EG (I)} + 1.5\text{EG (II)} + 3\text{EG (III)} + 4.5\text{EG (IV)} + 6\text{EG (V)} \quad (1)$$

Estos EG (grupos ecológicos por sus siglas en inglés) son categorizados de acuerdo al nivel de sensibilidad al incremento en el gradiente de stress: EG (I): especies muy sensibles al enriquecimiento por materia orgánica, EG (II): especies indiferentes al enriquecimiento, EG (III): especies tolerantes al enriquecimiento por materia orgánica, EG (IV): especies oportunistas de segundo orden favorecidas por el enriquecimiento por materia orgánica y EG (V): especies oportunistas de primer orden favorecidas por el enriquecimiento orgánico.

Debido a que este Índice fue desarrollado para los estuarios de Europa, se encontraron especies que no están reportadas en la lista de AMBI, razón por la cual algunas de ellas fueron asignadas dentro de uno de los grupos ecológicos. Los resultados obtenidos de la aplicación del AMBI pueden variar entre 0 (*Alto estado ecológico*) y 7 (*Mal estado ecológico*) (Borja, Muxika & Franco., 2003).

Una vez las especies fueron asignadas a los grupos ecológicos, se procedió a expresar la abundancia relativa (%) de cada uno de los grupos ecológicos encontrados, y posteriormente se asociaron las estaciones con el coeficiente de similitud Bray-Curtis y posteriormente construir un nMDS con la sobreposición de los valores AMBI obtenidos en cada estación. Luego, con la matriz de composición y abundancia de especie de poliquetos, se procedió a transformar y asociar las estaciones mediante el coeficiente de similitud de Bray-Curtiss, para lo cual fue necesario transformar los datos ($\log(x+1)$) usando los umbrales de la ley de Taylor.

A partir de la matriz de similitud se procedió a realizar un escalamiento multidimensional no paramétrico nMDS con el propósito de determinar la distribución de las estaciones en relación a la composición y abundancia de las mismas. Se calculó el porcentaje de similitud (SIMPER) para determinar las especies que más contribuyen la

diferenciación entre los estatus ecológicos derivados de la aplicación del AMBI. Finalmente se realizó un análisis de componentes principales (PC's) con el propósito de identificar las especies que más aportan a la varianza de la población de datos biológicos.

Información Ambiental

Los parámetros medidos en cada estación, tanto en la columna de agua como en el sedimento, fueron objeto de análisis. Dicha matriz de variables abióticas fue normalizada y posteriormente se ejecutó la prueba estadística BIOENV con el propósito de determinar las aquellas variables abióticas que tienen mayor injerencia en la distribución de las estaciones con relación a la abundancia y composición de los poliquetos. Los datos fueron correlacionados mediante el rango de Spearman y la significancia estadística de dicha correlación se estimó mediante la prueba de Mantel, con 999 iteraciones. Todas las pruebas estadísticas fueron procesadas mediante Primer v6.

Resultados

Se encontraron 750 individuos distribuidos en 45 especies en 39 géneros y 25 familias. Para el cálculo del índice biótico marino, las siguientes especies fueron asignadas dentro de uno de los cinco grupos ecológicos AMBI: *Aglaophamus erectans* (II), *Aricidea allia* (I), *Armandia brevis* (I), *Costura candida* (IV), *Leitoscoloplos pugettensis* (IV), *Lumbrineris verilli* (II), *Marphysa disjuncta* (II), *Phyllodoce pettiboneae* (II), *Prionospio jubata* (IV), *Prionospio minuspio* (IV), *Scoloplos ameiceps* (III), *Sternaspis maior* (III).

Variables biológicas

Estación C1

En la estación C1, se encontraron 51 organismos, y el valor obtenido del AMBI fue de 2,406, evidenciándose una mayor abundancia de especies pertenecientes al grupo ecológico II, con una

abundancia relativa del 58,3%, representado principalmente por la especie *Lumbrineris verilli* cuya abundancia relativa dentro de la estación fue del 41,20%. De acuerdo al AMBI, el estatus ecológico de la estación C1 es *ligeramente perturbado*.

Estación C2

En la estación C2 se encontraron 115 individuos con AMBI de 2,49, evidenciándose una mayor predominancia de especies pertenecientes al grupo ecológico II, con una abundancia relativa del 26,8%, representado principalmente por la especie *Aglaophamus erectans* con un 13,04% del total de organismos dentro de la estación y con una clasificación de *ligeramente perturbado* de acuerdo a la escala del AMBI.

Estación C3

En la estación C3 se encontraron 423 individuos cuyo valor obtenido del AMBI fue de 0,889 aproximado a 1, encontrándose una mayor abundancia de especies pertenecientes al grupo ecológico I, y una abundancia relativa del 66%, representado principalmente por la especie *Aricidea simplex* cuya abundancia relativa dentro de la estación fue del 60,1%. De acuerdo al AMBI, el estatus ecológico de la estación C3 es *no perturbado*.

Estación T1.

En la estación T1 se encontraron 42 individuos con un AMBI fue de 2,341, evidenciándose una mayor abundancia de especies pertenecientes al grupo ecológico II, con una abundancia relativa del 43,9%, representado principalmente por la especie *Lumbrineris verilli* siendo del 33,33%. De acuerdo al AMBI, el estatus ecológico de la estación T1 es *ligeramente perturbado*.

Estación T2

En la estación T2 se encontraron 45 individuos, con un AMBI de 3,529, evidenciándose una mayor abundancia de especies pertenecientes al grupo ecológico IV, con una abundancia relativa del 61,8%, representado principalmente por la especie *Heteromastus filiformis* cuya abundancia relativa dentro de la estación fue del 31,11%. De

acuerdo al AMBI, el estatus ecológico de la estación T2 es *moderadamente perturbado*.

Estación E6

En la estación E6 se encontraron 20 individuos con un AMBI de 1,05, evidenciándose una mayor abundancia de especies pertenecientes al grupo ecológico I, con una abundancia relativa del 60%, representado principalmente por la especie *Arman-dia brevis* cuya abundancia relativa dentro de la estación fue del 50%. De acuerdo al AMBI, el estatus ecológico de la estación E6 es *no perturbado*.

Estación E7

En la estación E7 se encontraron 11 individuos con AMBI de 2,182, evidenciándose una mayor abundancia de especies pertenecientes al grupo ecológico II, con una abundancia relativa del 63,6%, representado principalmente por la especie *Terebellis stroemi*. De acuerdo al AMBI, el estatus ecológico de la estación E7 es *ligeramente perturbado*.

La relación entre la abundancia relativa de poliquetos y los valores del AMBI, se muestra en la Figura 2.

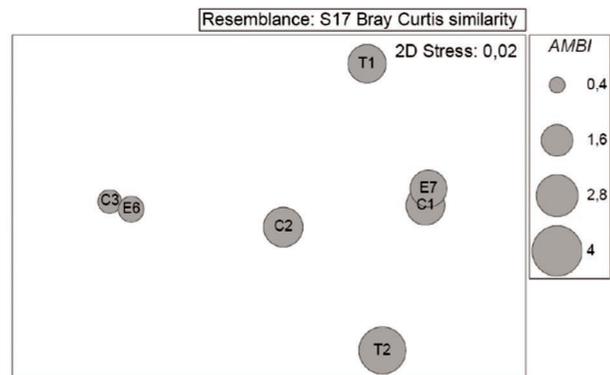


Figura 2. Sobreposición nMDS mostrando la relación entre la abundancia relativa de las especies de poliquetos y el AMBI

Se presentó un buen grado de agregación entre el AMBI y las estaciones. La proporción de cada grupo ecológico hace que se presente un gradiente en relación al estatus ecológico según el AMBI, el cual varía de izquierda a derecha.

Naturaleza indicadora de las especies de poliquetos en la bahía de Buenaventura.

De la aplicación del SIMPER, se determinó que las especies con carácter bioindicador son las que se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2. Resultados SIMPER

Especie	Diss/SD	Contrib %	Cum %
Aricidea simplex	1,02	31,39	31,39
Cossura candida	1,15	2,05	75,36
Lumbrineris verilli	1,59	15,46	46,85
Neanthes micromma	1,12	1,26	84,03
Prionospio minuspio	1,25	3,15	63,04

Del cálculo de los PC's, se obtuvo que los tres primeros componentes principales explicó el 82,1 % del total de la varianza (Tabla 3).

Tabla 3. Varianza explicada para cada factor de los PC's

PC	Eigen Values	Variacion %	Variacion Acum. %
1	11	44,4	44,4
2	6,86	27,6	71,9
3	2,53	10,2	82,1
4	1,89	7,6	89,7
5	1,43	5,7	95,4

Las especies *Aricidea simplex*, *Lumbrineris verilli*, *Prionospio jubata*, *Prionospio minuspio*, y *Diopatra tridentata*, presentaron las mayores correlaciones positivas en el PC1 respecto a las demás especies (Tabla 4).

Tabla 4. Coeficientes de combinaciones lineales para las especies que explican la varianza según el PC

Variable	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5
Aricidea simplex	0,556	0,158	-0,075	-0,226	0,011
Lumbrineris verilli	0,376	0,192	0,177	0,427	-0,098
Prionospio jubata	0,279	0,117	-0,134	-0,216	-0,084
Prionospio minuspio	0,258	-0,187	0,272	-0,132	-0,051
Dipatra tridentata	0,21	0,071	-0,25	-0,14	-0,134

El componente 1, que explica el 44,4% de la varianza, proporciona mayor información acerca de la forma en la cual el ecosistema está estructurado ecológicamente en relación a las especies de poliquetos encontradas.

Especies indicadoras

De acuerdo con los resultados obtenidos del SIMPER y del análisis de componentes principales, se obtuvo que las especies indicadoras son *Aricidea simplex*, *Lumbrineris verilla*, y *Prionospio minuspio*,

pertenecientes a las familias *Paraonidae*, *Lumbrineridae* y *Spionidae* respectivamente. Dichas especies tiene una clasificación de I, II y IV respectivamente, de acuerdo a los Grupos Ecológicos AMBI. La especie *Aricidea simplex*, fue la más abundante, pero dicha abundancia podría obedecer a que en el momento del muestreo dicha especie se encontraba en la etapa reproductiva, dado que la mayor abundancia se presentó en la estación C3, cuyo valor de AMBI fue de 1, indicando un estado ecológico *no perturbado* por materia orgánica.

VARIABLES AMBIENTALES

Para determinar la distribución de las estaciones en relación a las variables ambientales, se realizó el BIOENV con 21 variables las cuales fueron Fósforo Total Orgánico (PTa), Carbono Orgánico Total (COTa), Nitrógeno Orgánico (NOa), Nitritos (NO2a), Nitratos (NO3a), Nitrógeno amoniacal (NH4a), Clorofila(Clo), Temperatura (T), Oxígeno Disuelto (OD), Algas (Alg), Sólidos Totales Disueltos (TDS), porcentaje de Oxígeno Disuelto (%OD), Salinidad (S) en el agua, y en el sedimento el Fósforo Total Orgánico (PTs), Carbono Orgánico Total (COTs), Nitrógeno Orgánico (NOs), Nitritos (NO2s), Nitratos (NO3s), Nitrógeno amoniacal (NH4s), Contenido de Materia Orgánica (MO), Contenido de Cieno (Cie). El ordenamiento de las estaciones se muestra en la Figura 3.

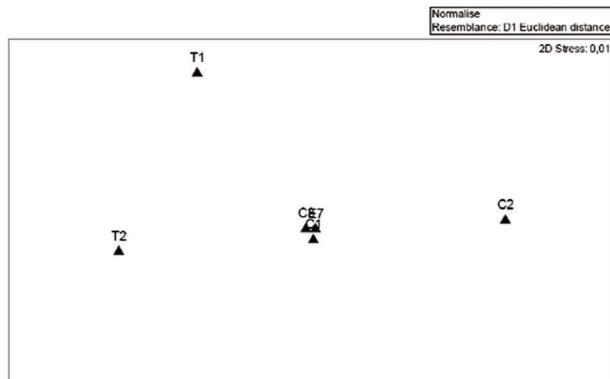


Figura 3. Ordenación nMDS basada en las variables ambientales.

De acuerdo con el BIOENV, las variables que mejor explican la distribución de las estaciones en relación a la estructura y abundancia de poliquetos son el Fósforo Total (PTa), el Oxígeno Disuelto en el agua, y el Fósforo Total (PTs) y el contenido de Cieno en el sedimento. La correlación entre las variables ambientales y las biológicas fue del 83% y la prueba de Mantel mostró que dicha correlación tiene un nivel de significancia del 17,9%. Por tanto, las variables ambientales anteriormente mencionadas, aunque explican de cierta forma la distribución de las estaciones, no son las variables clave que determinan de forma significativa la distribución de las asociaciones de poliquetos.

Los nMDS con la sobreposición de las variables significativas del BIOENV y la prueba de Mantel, se muestra en la Figura 4.

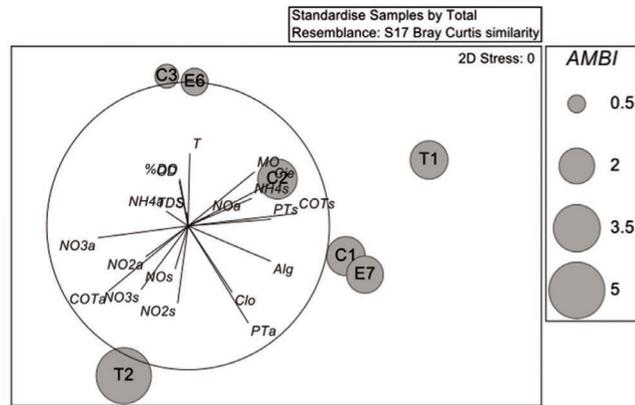


Figura 4. Ordenación de las estaciones de muestreo en relación a las variables significativas de la prueba BIOENV y la prueba de Mantel.

Conclusiones

A partir de los datos obtenidos del SIMPER y el análisis de componentes principales, y en contraste con el BIOENV y el AMBI, se concluye que la alta densidad de *Aricidea simplex*, no es debida únicamente al enriquecimiento de materia orgánica, sino a que en el momento de muestreo se encontraba en la etapa de reproducción.

En términos ecológicos, es importante determinar las variables ambientales que inciden en la variación de las comunidades biológicas. Por tanto, los resultados de la relación entre las variables ambientales y ecológicas, un gran porcentaje del total de la varianza fue explicada por las variables fósforo total en agua y sedimento, el oxígeno disuelto y el contenido de cieno.

De acuerdo al AMBI, las estaciones T1, C1, C2 y E7 presentan una perturbación ligera, C3 y E6 no se encuentran perturbadas y T2 se encontró perturbada. Dichos niveles de perturbación tienen relación al enriquecimiento por materia orgánica.

Literatura citada

1. AZTI. (2015). Software AMBI. Recuperado de: <http://www.azti.es>.
2. Bazairi, H., Bayed, A. & Hily, C. (2005) Structure et bioévaluation de l'état écologique des communautés benthiques d'un écosystème lagunaire de la côte atlantique marocaine. *Comptes Rendus Biologies*. Vol. 328, 977–990.
3. Borja, A., Franco, J. & Perez, V. (2000) A marine biotic index to the establish ecology quality of soft-bottom benthos within European estuarine coastal environments. *Marine Pollution Bulletin* Vol. 40, 1100–1114
4. Borja, A., Muxika, I. & Franco, J. (2003) The application of a marine biotic index to different impact sources affecting soft-bottom benthic communities along the European. *Marine Pollution Bulletin* Vol 46, 835–845
5. Bustos-Baez, S. & Frid, C. (2003) Using indicator species to assess the state of macrobenthic communities. *Hydrobiologia* Vol. 496, 299–309.
6. Cai, L., Tam, N.F.Y., Wong, T.W.Y., Ma, L., Gao, Y. & Wong, Y.S. (2003) Using Benthic Macrofauna to Assess Environmental Quality of Four Intertidal Mudflats in Hong Kong and Shenzhen Coast. *Acta Oceanol. Sinica* Vol. 22, 309–319.
7. Calderón-Aguilera, J.E. (1992) Análisis de la infauna béntica de bahía de San Quintin, baja California, con énfasis en su utilidad en la evaluación de impacto ambiental. *Ciencias Marinas*. Vol. 4: 27-46.
8. Dauvin, J.C., Ruelleta, T., Desroya, N. & Janson, A.L. (2007). The ecological quality status of the Bay of Seine and the Seine estuary: Use of biotic indices. *Marine Pollution Bulletin*. Vol 6, 1-9.
9. Guzmán-Alvis, A.I., Lattig, P. & Ruiz, J. (2006) Spatial and temporal characterization of soft bottom polychaetes in a shallow tropical bay (colombian Caribbean) *Boletín de Investigaciones Carinas y Coterias*. 35 19-36. ISSN 0122-9761 Santa Marta, Colombia.
10. Hartman, O. (1968) *Atlas of the Errantiate Polychaetus Annelids from California*. Allan Hancock Foundation, University of Southern California
11. Lucero, C.H., Cantera, J.R. & Romero, I. (2006). Variability of macrobenthic assemblages under abnormal climatic conditions in a small scale tropical estuary. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, Vol 68: 17-26.
12. Muniz, P., Venturini, N., Pires-Vanin A., Tomás L. & Borja, A. (2005) Testing the applicability of a Marine Biotic Index (AMBI) to assessing the ecological quality of soft-bottom benthic communities, in the South America Atlantic region. *Marine Pollution Bulletin* Vol. 50, 624-637
13. Pearson, T. H. & Rosenberg, R. (1987) Feast and famine: structuring factors in marine benthic communities: 373-395. In: Gee J. and P. Giller (eds). *Organization of communities: past and present. The 27th Symposium of the British Ecological Society Aberystwyth. Blackwell Scientific Publications*. Oxford
14. Peña-Salamanca, E.J. (2008). Dinámica espacial y temporal de la biomasa algal asociada a las raíces de mangle en la bahía de Buenaventura, costa Pacífica de Colombia. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras*, Vol. 37 (2) 55-70 ISSN 0122-9761 Santa Marta, Colombia
15. Salazar-Vallejo, S.I. (1991). *Contaminación marina: Métodos de evaluación biológica*. México D.F. Centro de Investigaciones de Quintana Roo. Fondo Pub. Ed. Gob. Quintana Roo, Chetumal.

Conflicto de Intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses