



Biota Neotropica

ISSN: 1676-0611

cjoly@unicamp.br

Instituto Virtual da Biodiversidade

Brasil

Rocha Farrapeira, Cristiane Maria; Colaço Ramos, Carla Alecrim; Ferreira Barbosa, Débora; de Oliveira Marrocos de Melo, Arthur Vinícius; de Lyra Pinto, Stefane; Marinho Verçosa, Mônica; Silva de Oliveira, Daniel Apolônio; Arruda Francisco, Jonata

Zonación vertical del macrobentos de sustratos sólidos del estuario del río Massangana, Bahía de Suape, Pernambuco, Brasil

Biota Neotropica, vol. 9, núm. 1, enero-marzo, 2009, pp. 87-100

Instituto Virtual da Biodiversidade

Campinas, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=199115787011>

- ▶ Como citar este artigo
- ▶ Número completo
- ▶ Mais artigos
- ▶ Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica

Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe, Espanha e Portugal
Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

Zonación vertical del macrobentos de sustratos sólidos del estuario del río Massangana, Bahía de Suape, Pernambuco, Brasil

Cristiane Maria Rocha Farrapeira^{1,7}, Carla Alecrim Colaço Ramos², Débora Ferreira Barbosa³, Arthur Vinícius de Oliveira Marrocos de Melo⁴, Stefane de Lyra Pinto¹, Mônica Marinho Verçosa³, Daniel Apolônio Silva de Oliveira⁵ & Jonata Arruda Francisco⁶

¹Departamento de Biologia, Área Zoologia, Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE,
Rua Dom Manoel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos, CEP 52171-900, Recife, PE, Brasil

²Curso de Pós-Graduação em Ecologia e Biomonitoramento, Instituto de Biologia,
Universidade Federal da Bahia – UFBA,

Av. Ademar de Barros, Campus de Ondina, CEP 40170-290, Salvador, BA, Brasil

³Curso de Pós-graduação em Biologia Animal, Universidade Federal de Pernambuco – UFPE,
Av. Arquitetura, s/n, Cidade Universitária, CEP 50670-901, Recife, PE, Brasil

⁴Escola Técnica Regional – ETR,
Rua Gervásio Pires, 653, Boa Vista, CEP 50050-070, Recife, PE, Brasil

⁵Postgraduate International Nematology Course – PINC, Gent University,
K. L. Ledeganckstraat, 35, B - 9000, Gent, Belgium

⁶Instituto Oceanário de Pernambuco – IOPE, Recife, PE, Brasil

⁷Autor para correspondencia: Cristiane Maria Rocha Farrapeira, e-mail: c.farrapeira@db.ufrpe.br

FARRAPEIRA, C.M.R., RAMOS, C.A.C., BARBOSA, D.F., MELO, A.V.O.M., PINTO, S.L., VERÇOSA, M.M., OLIVEIRA, D.A.S. & FRANCISCO, J.A. 2009. Vertical zonation of the hard substrata macrofauna of the Massangana River estuary, Suape Bay (Pernambuco, Brazil). Biota Neotrop. 9(1): <http://www.biota-neotropica.org.br/v9n1/en/abstract?article+bn01609012009>.

Abstract: The estuarine area of the Massangana River (Pernambuco, Brazil) undergoes several kinds of interventions as a result of the activities of the Suape Industrial and Harbor Complex, which could affect local biotic communities. Thus, this study aimed to verify the composition of the benthic macrofauna of hard substrates regarding their vertical distribution in order to support the future biomonitoring of possible changes in this complex. The invertebrates found in an area of 519 m² were collected and their distribution on the biogenic and abiogenic substrates was described. A total of 79 species were found, primarily in the mangroves and distributed in three intertidal zones: a *Chthamalatum*, which comprised the intertidal and upper shore, the balanid zone, with barnacles and oysters in the mid intertidal, and the *Bostrychietum*, in the lowest region. In general, this matched the Brazilian and international vertical distribution patterns for mangrove invertebrates. The presence of rocky substrate and the area's high salinity made possible the occurrence of 28 species – including the coral *Siderastrea stellata* – in an estuarine area. The enlarged distribution of the bivalve *Isognomon alatus*, the barnacle *Amphibalanus reticulatus*, and the bryozoans *Biflustra savartii*, *Bowerbankia gracilis*, and *Conopeum reticulum* on the Brazilian coast can be explained by the proximity to the Port of Suape, which allows for passive transportation on ships. The scattered distribution of the fouling organisms among the substrates and the absence of characteristic animals of this ecosystem (such as the mussels) suggest that the environment is already undergoing some stress due to the diverse human interventions occurring in this area.

Keywords: spatial distribution, macrobenthos, mangrove, biodiversity, Northeast Brazil.

FARRAPEIRA, C.M.R., RAMOS, C.A.C., BARBOSA, D.F., MELO, A.V.O.M., PINTO, S.L., VERÇOSA, M.M., OLIVEIRA, D.A.S. & FRANCISCO, J.A. 2009. Zonación vertical del macrobentos de sustratos sólidos del estuario del río Massangana, Bahía de Suape, Pernambuco, Brasil. Biota Neotrop. 9(1): <http://www.biota-neotropica.org.br/v9n1/es/abstract?article+bn01609012009>.

Resumen: El área estuarina del río Massangana (Pernambuco, Brasil) está sujeta a diversas intervenciones antropomórficas resultantes de las actividades del Complejo Industrial y Portuario de Suape, que pueden afectar las comunidades bióticas. Con esa perspectiva, este estudio tuvo como finalidad verificar la composición de la macrofauna bentónica de los sustratos sólidos, en su gradiente de distribución vertical, que sirva de referencia para futuros monitoreos biológicos relacionados a los cambios que pueden ocurrir en el complejo portuario. Se colectaron los invertebrados presentes en un área de 519 m² y su distribución en los sustratos biogénicos y abiogénicos es mostrada en el siguiente trabajo. Fueron encontradas 79 especies presentes principalmente en los manglares y distribuidas en tres zonas del intermareal: *Chthamalatum*, delimitando el supralitoral, “zona balanóide”, conteniendo cirripedios y ostras, en la región intermareal media, y el *Bostrychietum*, en la región inferior. Esta distribución coincidió en forma general, con el patrón brasileño e internacional de distribución

vertical de los invertebrados de manglares. La presencia de sustrato rocoso y la alta salinidad posibilitó la aparición de 28 especies, incluyendo el coral *Siderastrea stellata* en un área estuarina. La ampliación de la distribución en el litoral brasileño del bivalvo *Isognomon alatus*, del cirripedio *Amphibalanus reticulatus* y de los briozoos *Biflustra savartii*, *Bowerbankia gracilis* y *Conopeum reticulum* fue justificada por la proximidad con el Puerto de Suape, facilitada por el transporte pasivo en las embarcaciones. La distribución esparcida de los organismos incrustantes en los sustratos y la ausencia de animales característicos de este ecosistema, como los mejillones, muestran señales de que el ambiente ya sufre algún estrés, resultado de las diversas intervenciones antropomórficas que están aconteciendo.

Palabras-clave: distribución espacial, macrobentos, manglar, bioinventario, nordeste de Brasil.

Introducción

Los manglares representan uno de los ecosistemas tropicales más productivos e importantes, presentes en estuarios, deltas, bahías y lagunas costeras, donde existen áreas protegidas de fondos someros bajo la influencia de las mareas (Cintrón & Schaeffer-Novelli 1983, Vannucci 2002). Desde el punto de vista ecológico, tienen una notable importancia, por ser zonas tranquilas, someras, con elevada productividad, que constituyen los hábitats predilectos para el manejo sostenible de una gran diversidad de especies (Márquez & Jiménez 2002). Las mismas poseen un gran interés económico, ya que son apropiadas para la instalación de complejos industriales portuarios y para la expansión turístico-inmobiliaria (Oliveira et al. 2007), además de la construcción de diversas obras de ingeniería, como las marinas y áreas de cultivo de camarones (Schaeffer-Novelli et al. 2004). En los últimos años ha ocurrido una erradicación casi total de estos importantes ambientes (Neiman 1989). En estas áreas, los troncos y raíces de árboles de mangle son considerados por Kathiresan & Binghan (2001) como verdaderas islas de hábitat, porque son frecuentemente circundadas por sedimentos fangosos o arenosos. Prácticamente, son los únicos sustratos verticales estables disponibles, constituyendo nichos ecológicos únicos (Coelho et al. 2004). En los manglares los organismos presentan gran variedad y diversidad de mecanismos de adaptación a las variaciones de salinidad y temperatura, además de resistir a la desecación e inmersión, con la abundancia de especies incrustantes, perforadoras y las que caminan y se arrastran sobre los sustratos (Lalana-Rueda et al. 1985, Reyes & Campos 1992, Ellison & Farnsworth 1992).

En la zona intermareal los organismos ocupan zonas distintas dispuestas horizontalmente, en un nítido gradiente, desde formas estrictamente terrestres hasta típicamente acuáticas, en un patrón de distribución vertical, denominado zonación, determinado por factores físicos e interacciones biológicas, donde cada especie es más abundante en la zona donde las condiciones favorecen su sobrevivencia (Por 1984, Farnsworth & Ellison 1996). Aunque la distribución de las comunidades bentónicas en el ambiente sea regulada por procesos dinámicos abióticos, donde los organismos presentan afinidades por determinados hábitats, la estructura de las mismas es primariamente un reflejo de la complejidad del hábitat, donde las interacciones entre los organismos, sobretodo la competencia y la depredación, pueden estar íntimamente ligadas a el control de la densidad poblacional de la fauna asociada (Bell & Westoby 1986, Preston & Moore 1988). La intervención antropogénica puede promover alteraciones en el modelo esperado de composición y distribución espacial de los organismos bentónicos costeros, sobretodo en regiones portuarias, sujetas a las fuertes agresiones ambientales, provenientes de fuentes de polución como las cloacas domésticas, hospitalarias e industriales y a la recepción de especies exóticas transportadas por embarcaciones en viajes transoceánicos (Farrapeira 2006).

Según Wonham et al. (2001) y Gollasch (2002), la bioincrustación de animales en los cascos de los barcos y el transporte de los animales en el agua de lastre son reconocidos como los principales vectores

para la introducción inadvertida (indeseada) de muchos organismos bentónicos de aguas costeras. Esta acción puede causar alteraciones irreversibles a las comunidades de este ambiente, pues la velocidad con la cual un hábitat puede ser alterado es relacionada a la estabilidad y resiliencia del ecosistema y el impacto se puede dar en diferentes escalas de espacio y de tiempo (Wallentinus & Nyberg 2007). El retorno al estado inicial de una comunidad bentónica puede ser casi imposible, pues en el nuevo ambiente los animales introducidos pueden competir con los nativos por alimento y/o espacio dividiendo nichos, resultando en altas densidades poblacionales y grandes tamaños corporales (DeFelice et al. 2001, Floerl & Inglis 2005).

En este escenario, el inventario biológico y el monitoreo de ambientes costeros permiten comparaciones con una base de datos, a fin de que pueda ser utilizado en cualquier acción de manejo y/o investigación de la biodiversidad (Stork et al. 1996). Entre las comunidades bentónicas costeras que más se prestan para estudios de biomonitorio están aquellas que son sésiles y sedentarias (Rinderhagen et al. 2000). Vilardy & Polanía (2002) afirman que los organismos asociados a las raíces pueden reflejar los procesos sufridos por el ecosistema, de manera que resulta importante conocerlos. Estos organismos, según Gestel & Brummelen (1996), pueden actuar como un buen parámetro bioindicador del ecosistema, considerando que proveen informaciones de las condiciones ambientales de su hábitat tanto por su presencia como por su ausencia.

Considerando que desde la puesta en marcha del Complejo Industrial Portuario de Suape, iniciada en 1979, el área estuarina ha sufrido diversas intervenciones humanas trayendo consecuencias dañinas para una gran variedad de grupos florísticos y faunísticos (Koenig et al. 2003, Silva et al. 2004), y debido que existe una posible perspectiva de más alteraciones ambientales con la instalación de otros emprendimientos de porte (refinería petrolífera, astillero y muelle de navíos cargueros), aumentando así el flujo de embarcaciones de la Bahía de Suape, se planteó la realización del presente estudio. Se estudió cualitativamente la macrofauna bentónica presente en los sustratos sólidos en un gradiente de altura de mareas del estuario del río Massangana, Bahía de Suape, para servir de testimonio de la fauna presente en el área y subsidiar futuros monitoreos biológicos en relación a los eventuales cambios ambientales.

Materiales y Métodos

1. Descripción del área

El Río Massangana sirve de límite entre los municipios de Cabo de Santo Agostinho e Ipojuca, estado de Pernambuco, Brasil, teniendo como formadores los ríos Tabatinga y Utinga de Baixo, ambos con nacientes en el municipio de Ipojuca, desembocando al sur del promontorio de Santo Agostinho donde se une con el Río Tatuoca (CPRH 2003). Su área estuarina sufre influencia de las actividades del Complejo Industrial Portuario de Suape, comprendido en la zona fisiográfica del litoral pernambucano entre los paralelos 8° 15' 00" S - 8° 30' 00" S y 34° 55' 00" W - 35° 05' 00" W (Suape 2007) (Figura 1).

Zonación vertical del macrobentos del estuario del río Massangana

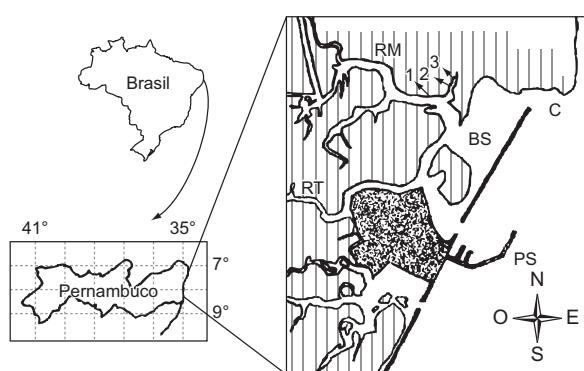


Figura 1. Localización del área de estudio, indicando el estuario del río Massangana y su afluente, con las tres estaciones (flechas) de muestreo en la Bahía de Suape (BS), Pernambuco, Brasil: C = Cabo de Santo Agostinho - Promontorio, PS = Puerto de Suape, RM = Río Massangana, RT = Río Tatouca.

Figure 1. Localization of the studied area, indicating the estuary of the Massangana River and its affluent, with the three sampling sites (arrows) at the Suape Bay (BS), Pernambuco, Brasil: C = Cabo de Santo Agostinho - Cape, PS = Port of Suape, RM = Massangana River, RT = Tatouca River.

El clima del área es cálido y húmedo, pseudo-tropical, con una temperatura media anual de 24 °C y régimen pluviométrico variando de 1500-2000 mm al año concentrado de marzo hasta agosto. La humedad media anual se presenta superior al 80% y tiene vientos predominantes del Sureste (Neumann-Leitão et al. 1992, Muniz et al. 2005). De acuerdo con Souza & Sampaio (2001), el estuario del Río Massangana habría sido caracterizado como zona estuarina con regímenes salinos polihalinios antes de la implantación del puerto y después, lo mismo pasó a presentar altas salinidades en sus áreas más internas.

2. Metodología

En este estudio, se adoptó la metodología de investigación de “rapid assessment surveys” para la búsqueda de especies exóticas de Dutra et al. (2005) y Arenas et al. (2006), adaptándola a la caracterización cualitativa de la comunidad bentónica presente en los sustratos consolidados. Así, en los meses de septiembre y octubre de 2007, en días de mareas bajas, fueron realizadas muestreos de los organismos sésiles y sedentarios en las márgenes del estuario del Río Massangana y su afluente en tres sitios demarcados con ayuda de GPS, donde fueron trazados transectos desde el límite inferior del nivel intermareal hasta el supralitoral y explorado a lo largo de cada uno de ellos una amplitud de 3 m, de esta manera pudiendo abarcar todos los sustratos sólidos disponibles representados por los troncos y raíces de manglares, troncos de manglares derribados, rocas y sustratos artificiales (resto de embarcación encallada en la margen del sedimento), hasta el límite vertical de la pleamar en ellos. Las muestras de salinidad y temperatura del agua fueron obtenidas por medio de densímetro y pH-metro portátiles, respectivamente, durante la bajamar.

Las estaciones de muestreos fueron escogidas por su diversificación de biótopos representada por la fisiografía del manglar, con la finalidad de representar de mejor manera la biodiversidad del local. Así, la primera estación ($8^{\circ} 21' 61''$ S y $34^{\circ} 57' 83''$ W), localizada próxima a la desembocadura del río Massangana, presentaba afloramientos rocosos en el sedimento y el resto de la embarcación (Figuras 2a, 2b y 7); la segunda ($8^{\circ} 21' 51''$ S y $34^{\circ} 57' 66''$ W) y tercera ($8^{\circ} 21' 50''$ S y $34^{\circ} 57' 72''$ W) estaciones, estaban ubicadas en el afluente del río localizado próximo a la primera estación, en una área más protegida, escogidas en los tramos que presentaban



Figura 2. Estaciones de colectas de la macrofauna bentónica: a) Estación 1, en la margen izquierda del río Massangana; b) Embarcación en desuso (la flecha indica la desembocadura del afluente del río); c) Estación 2 y d) Estación 3, en el afluente del río Massangana.

Figure 2. Sampling sites of the benthic macrofauna: a) Station 1, at the left margin of the Massangana River; b) Vessel in disuse (the arrow indicates the mouth of the river's affluent) c) Station 2 and d) Station 3, in the affluent of the Massangana River.

diversificación de la composición biológica. La estación 2 presentaba algunos árboles de *Rhizophora mangle* Linnaeus, con raíces sumergidas durante la bajamar (Figuras 2c y 5c) y el perfil de la estación 3 fue trazado en un río de mareas adonde habían ramas y restos de troncos de manglares en descomposición en el cauce (Figuras 2d y 6).

Para la descripción de los biótopos estudiados fue utilizada la terminología adaptada de Otazu-Abrill et al. (1995) en los pisos del dominio bentónico y sus comunidades características. En las colectas se procuró relacionar las especies con sus locales de preferencia ecológica, en términos de alturas de mareas y sustratos. Para efecto descriptivo, los sustratos sólidos fueron clasificados de acuerdo con Taylor & Wilson (2003), considerando biogénicos, aquellos representados por los troncos, ramas y raíces de manglares y también las conchas calcáreas de los invertebrados y abiogénicos, las rocas de orígenes diversos y una embarcación de metal naufragada, anclada en el sedimento.

Para establecer el gradiente de distribución vertical de los organismos en los sustratos, su altura fue determinada tomando como base el nivel mínimo de la bajamar (0,0 m) y los datos de altura y horarios de la Tabla de Mareas para el Puerto de Suape, divulgados por DHN (2007), según la metodología de Rosa-Filho & Farrapeira-Assunção (1998). Los animales fueron colectados con auxilio de espátula y martillo y en laboratorio fueron fijados con formol a 4% e identificados hasta el nivel específico cuando fue posible.

Resultados

En las estaciones 1 y 2 el manglar estaba compuesto por las especies de manglares: *Rhizophora mangle*, (predominante en las márgenes de los ríos) y *Avicennia schaueriana* Staph & Leechman; en la estación 3 fue encontrada también *Laguncularia racemosa* Linnaeus, en las regiones más internas del manglar. Fueron encontradas 79 especies del zoobentos, algunas clasificadas apenas como morfo-especies, distribuidas en los sustratos sólidos y representadas por 11 grupos taxonómicos: Porifera, Cnidaria, Platyhelminthes, Nematoda, Nemertea, Annelida, Mollusca, Arthropoda, Bryozoa, Echinodermata y Tunicata. Los crustáceos fueron el grupo más diverso, con 24 especies, segui-

do de los moluscos, con 19. La Figura 3 muestra la representación porcentual de las especies para cada taxón.

La extensión de la distribución vertical de los organismos en los manglares varió de 2,0 hasta 2,1 m de altura, considerando el nivel más bajo de marea y el máximo de las pleamaras. La distribución espacial de las especies más representativas en los manglares se muestra en la Figura 4, y su localización en los respectivos nichos ecológicos se caracteriza en la Tabla 1. De un modo general, se observaron en las tres estaciones una distribución esparcida de la macrofauna sésil en la región intermareal, con un predominio de la comunidad de algas estuarinas conocida como *Bostrychietum* (Figuras 4 y 5).

La estación 1 fue la más extensa (345 m²) y presentó valores de salinidad y temperatura del agua de 36 y 28,5 °C respectivamente. En esta estación, además de los manglares, había afloramientos rocosos en la margen y un resto de embarcación, presentando la mayor cantidad de especies (65), de las cuales 28 estaban asociadas a los sustratos rocosos, encima o debajo de los mismos y seis fueron encontradas en la embarcación anclada en la margen del estuario. Los organismos fijados directamente en los manglares o que deambulaban sobre él y el *Bostrychietum* totalizaron 27 invertebrados, mientras que aquellos que se fijaron únicamente sobre estructuras rígidas de otros animales o indistintamente sobre ellos y sobre los manglares, totalizaron 36. En este caso, fueron observados algunos nichos específicos, relatados a seguir, en los respectivos tipos de substratos y señalados en la Tabla 1, resaltando las poblaciones de sustratos abiogénicos encontrados solamente en esta estación.

La estación 2, localizada luego en el inicio del afluente del río abarcó un área de 60 m², presentando una salinidad de 30 y 27 °C de temperatura del agua. Con solamente algunas raíces de *Rhizophora mangle* sumergidas durante la bajamar como biótico diferente del área de manglar, esta estación tenía 30 especies distribuidas en los manglares, siendo 11 clasificadas como epífitas, sobre los manglares y/o

asociadas a las algas, 20 especies consideradas como epizóicas, fijadas sobre otros animales y 11, como endozóicas, encontradas dentro de esponjas presentes en la región del infralitoral, en las raíces.

La estación 3 midió 114 m² y se encontraba en un área más protegida, con una salinidad de 28 y temperatura del agua de 28 °C. En esta estación, los troncos de manglares en descomposición sumergidos en el cauce del río, tanto como sobre el sedimento del fondo, agregaron algunas especies diferentes, que no estaban presentes en las demás estaciones, totalizando 34 especies. Fueron encontradas 12 especies epíficas, dos endofíticas, 19 epizóicas y 13 endozóicas (observadas principalmente dentro de las esponjas y en las galerías de teredos).

La distribución de las especies en los respectivos substratos y nichos ecológicos está en la Tabla 1 y a seguir.

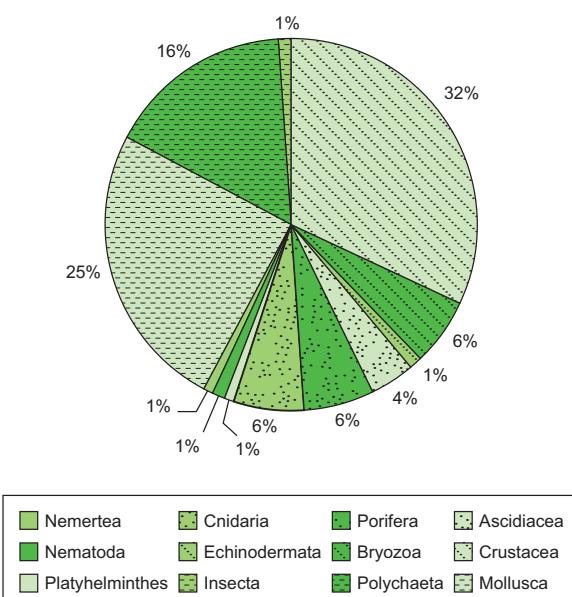


Figura 3. Composición faunística del estuario del Río Massangana, Pernambuco, Brasil.

Figure 3. Faunistic composition of the estuary of the Massangana, Pernambuco, Brasil.

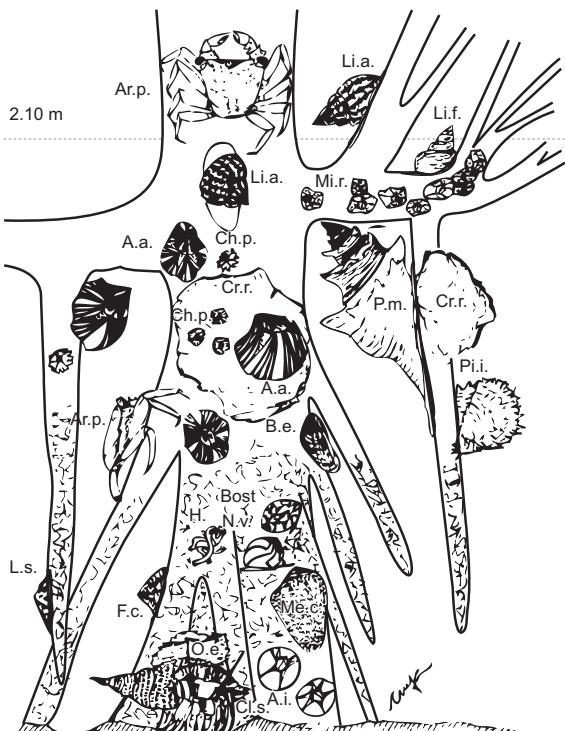


Figura 4. Representación gráfica de la distribución espacial de las especies más representativas en los manglares. A.a. = *Amphibalanus amphitrite*, A.i. = *Amphibalanus improvisus*, Ar.p. = *Aratus pisonii*, B.e. = *Brachidontes exustus*, Bost = *Bostrychietum*, Ch.p. = *Chthamalus proteus*, Cl.s. = *Clibanarius sclopetaeus* en concha de *Cerithium atratum*, Cr.r. = *Crassostrea rhizophorae*, F.c. = *Fissurella clenchi*, H = tubos de poliqueta *Hydroïdes* sp., L.s. = *Lottia subrugosa*, Li.a. = *Littoraria angulifera*, Li.f. = *Littoraria flava*, Me.c. = *Melampus coffeus*, Mi.e. = *Microeuraphia rhizophorae*, N.v. = *Neritina virginea*, O.e. = *Ostrea equestris*, Pi.i. = *Pinctada imbricata*, P.m. = *Pugillina morio*.

Figure 4. Graphic representation of the spatial distribution of the more representative species in the mangroves. A.a. = *Amphibalanus amphitrite*, A.i. = *Amphibalanus improvisus*, Ar.p. = *Aratus pisonii*, B.e. = *Brachidontes exustus*, Bost = *Bostrychietum*, Ch.p. = *Chthamalus proteus*, Cl.s. = *Clibanarius sclopetaeus* on shell of *Cerithium atratum*, Cr.r. = *Crassostrea rhizophorae*, F.c. = *Fissurella clenchi*, H = tubes of polychaete *Hydroïdes* sp., L.s. = *Lottia subrugosa*, Li.a. = *Littoraria angulifera*, Li.f. = *Littoraria flava*, Me.c. = *Melampus coffeus*, Mi.e. = *Microeuraphia rhizophorae*, N.v. = *Neritina virginea*, O.e. = *Ostrea equestris*, Pi.i. = *Pinctada imbricata*, P.m. = *Pugillina morio*.

Zonación vertical del macrobentos del estuario del río Massangana

Tabla 1. Composición y distribución espacial de la fauna bética de los sustratos sólidos del estuario del Río Massangana: SL = Supralitoral; Is = Intermareal superior, Im = Intermareal medio, Ii = Intermareal inferior, IL = Infralitoral; * = zona donde predomina numéricamente.

Table 1. Composition and spatial distribution of the benthic fauna from the hard substrata of the estuary of the Massangana River: SL = Supralittoral; Is = upper intertidal, Im = medio intertidal, Ii = lower intertidal, IL = sublittoral; * = zone where the species dominates numerically.

Táxon	Estación	Habitat	Informaciones ecológicas
PORIFERA			
<i>Haliclona</i> (3 spp.)	1	Ii, *IL	Epifítico en mangles en descomposición y hipolítico
<i>Suberites aurantiacus</i>	2, 3	Ii, *IL	Epifítico en raíces de mangles sumergidas y en descomposición
<i>Tedania ignis</i>	1	Ii, *IL	Epilítico y hipolítico
CNIDARIA			
HYDROZOA			
<i>Clytia</i> sp.	1	Ii, *IL	Epilítico y hipolítico
<i>Dynamena crisiooides</i>	1, 2, 3	Ii, *IL	Epizóico críptico (entre ostras y cirripedios y entre esponjas)
<i>Hydroida</i>	1	Ii, *IL	Epilítico
ANTHOZOA			
<i>Actiniaria</i>	1, 2, 3	Ii, *IL	Epifítico, epizóico críptico (entre ostras y cirripedios, dentro de conchas de <i>Amphibalanus amphitrite</i> y entre esponjas)
<i>Siderastrea stellata</i>	1	Ii, *IL	Epilítico
PLATYHELMINTHES			
<i>Stylochus</i> sp.	1, 2, 3	*Im, Ii	Epizóico críptico (entre ostras y cirripedios, dentro de conchas de <i>Amphibalanus amphitrite</i>)
NEMATODA			
	1	Ii	Epifítico en el <i>Bostrychietum</i> , hipolítico y epizóico críptico (entre ostras y cirripedios y entre colonias de esponjas)
NEMERTEA			
	1	Ii	Hipolítico, epizóico críptico (entre ostras y cirripedios) y endozóico en esponjas
MOLLUSCA			
GASTROPODA			
<i>Fissurella clenchi</i>	1, 3	Im, *Ii	Epifítico y epizóico críptico (entre ostras y cirripedios)
<i>Littoraria angulifera</i>	1, 2, 3	*SL, Is, Im	Epifítico
<i>Littoraria flava</i>	1	*SL, Is, Im	Epifítico y sobre la embarcación
<i>Lottia subrugosa</i>	1, 2	Im, Ii	Epifítico y epizóico críptico (entre ostras y cirripedios)
<i>Melampus coffeus</i>	1	Im	Epifítico en el <i>Bostrychietum</i>
<i>Neritina virginea</i>	1, 2	*Im, Ii	Epifítico en el <i>Bostrychietum</i>
<i>Nassarius vibex</i>	1	Ii	Epilítico
<i>Nodilittorina ziczac</i>	1	Is	Sobre la embarcación
<i>Petaloconchus erectus</i>	1	Im	Epilítico
<i>Pugillina morio</i>	1, 2, 3	*Im, Ii	Epifítico en mangles vivos y en descomposición
BIVALVIA			
<i>Brachidontes exustus</i>	1, 2, 3	Ii, *IL	Epifítico en mangles vivos y en descomposición, epizóico críptico (entre ostras y cirripedios) y epilítico
<i>Crassostrea rhizophorae</i>	1, 2, 3	*Im, Ii	Epifítico, epizóico críptico (entre ostras y cirripedios) y sobre la embarcación
<i>Isognomon alatus</i>	1, 2	*Im, Ii	Epifítico y epizóico críptico (entre ostras y cirripedios)
<i>Lithophaga bisulcata</i>	1	IL	Endolítico y endozóico en colonia del coral <i>Siderastrea stellata</i>
<i>Martesia striata</i>	3	*Im, Ii	Endofítico en mangles en descomposición
<i>Neoteredo reynei</i>	3	*Im, Ii	Endofítico en mangles en descomposición
<i>Ostrea equestris</i>	1, 2, 3	*Im, Ii	Epizóico en <i>Crassostrea rhizophorae</i> y conchas de <i>Cerithium atratum</i> habitadas por <i>Clibanarius</i> spp.
<i>Pinctada imbricata</i>	1	*Im, Ii	Epifítico y epizóico en <i>Crassostrea rhizophorae</i>
<i>Sphenia fragilis</i>	1, 2	*Im, Ii	Epizóico críptico (entre ostras y cirripedios y dentro de conchas de <i>Amphibalanus amphitrite</i>)
POLYCHAETA			
<i>Capitellidae</i>	1	Im	Epilítico entre algas
<i>Eunicidae</i>	1, 3	Im, *Ii	Epifítico en mangles en descomposición, endozóico en esponjas e hipolítico
<i>Hydroïdes</i> sp.	1, 2, 3	*Im, Ii	Epifítico en el <i>Bostrychietum</i> , epizóico en <i>Crassostrea rhizophorae</i> y <i>Amphibalanus reticulatus</i>
<i>Lumbrineridae</i>	1	Im	Epilítico entre algas

Tabla 1. Continuación...

Táxon	Estación	Habitat	Informaciones ecológicas
Nereididae	1, 2, 3	*Im, Ii	Epizóico críptico (galerías de teredos y entre ostras y cirripedios) y endozóico en esponjas
<i>Polydora</i> sp.	1	*Im, Ii	Endozóico de <i>Crassostrea rhizophorae</i> y <i>Pinctada imbricata</i>
Spionidae	1	Im	Epilítico entre algas
<i>Spirorbis</i> sp.	1	*Im, Ii	Epizóico en <i>Amphibalanus improvisus</i> y <i>Crassostrea rhizophorae</i>
Syllidae (4 spp.)	1, 2, 3	*Im, Ii, IL	Endozóico en esponjas, epizóico críptico (entre ostras y cirripedios) e hipolítico
INSECTA			
Chironomidae (larva)	3	Im	Epizóico críptico (galería de teredos, entre cirripedios y esponjas) y epilítico
CRUSTACEA			
Copepoda Calanoida	1,2	Ii	Epifítico en <i>Bostrychietum</i>
CIRRIPEDIA			
<i>Amphibalanus amphitrite</i>	1, 2, 3	*Im, Ii	Epifítico, epizóico en <i>Amphibalanus amphitrite</i> y <i>Crassostrea rhizophorae</i> y en la embarcación
<i>Amphibalanus improvisus</i>	1, 2, 3	Ii	Epifítico, epizóico en <i>Amphibalanus amphitrite</i> , <i>Crassostrea rhizophorae</i> y <i>Brachidontes exustus</i> y en la embarcación
<i>Amphibalanus eburneus</i>	1, 2	Ii	Epifítico en manglares vivos y en descomposición
<i>Amphibalanus reticulatus</i>	1, 2	Ii, IL	Epifítico y epilítico
<i>Balanus trigonus</i>	1	Ii	Epilítico
<i>Chthamalus bisinuatus</i>	1	Is	Sobre la embarcación
<i>Chthamalus proteus</i>	1, 2, 3	Is, *Im, Ii	Epifítico en manglares vivos y en descomposición, epizóico en <i>Amphibalanus amphitrite</i> , <i>Crassostrea rhizophorae</i>
<i>Microeuraphia rhizophorae</i>	1, 2, 3	Is	Epifítico
Amphipoda Gammaridae	1, 2, 3	Im, *Ii	Epifítico en <i>Bostrychietum</i> , endozóico en esponjas, epizóico críptico (galerías de teredos y entre ostras y cirripedios)
Isopoda Cirolanidae	3	Im, Ii	Epizóico críptico (galerías de teredos)
TANAIDACEA	1	Im, Ii	Epizóico críptico (galería de teredos y entre ostras y cirripedios) e hipolítico
ANOMURA			
<i>Alpheus estuariensis</i>	3	Ii	Endozóico en esponjas
<i>Clibanarius sclopeta</i>	1	Im, Ii	Epifítico y epizóico críptico (entre ostras y cirripedios)
<i>Synalpheus fritzmuelleri</i>	3	Ii	Endozóico en esponjas
BRACHYURA			
<i>Aratus pisonii</i>	1, 2, 3	*SL, Is, Im	Epifítico
<i>Cataleptodius floridanus</i>	3	Ii	Epifítico en manglares en descomposición
<i>Eurypanopeus abbreviatus</i>	1	Im, Ii	Hipolítico
<i>Hexapanopeus paulensis</i>	3	Im, Ii	Epifítico en manglares en descomposición y hipolítico
<i>Hexapanopeus caribbaeus</i>	3	Ii	Epifítico en manglares en descomposición y hipolítico
<i>Microphrys bicornutus</i>	1	Ii	Hipolítico
<i>Pachygrapsus gracilis</i>	1, 3	*Im, Ii	Epifítico en manglares vivos y en descomposición, epizóico en ostras y cirripedios y epilítico
<i>Pilumnus dasypodus</i>	1, 3	Im	Epizóico críptico (entre ostras y cirripedios y entre colonias de esponjas)
<i>Sesarma rectum</i>	3	Im	Epifítico en manglares en descomposición
BRYOZOA			
<i>Amathia vidovici</i>	1	Ii	Epifítico en raíces sumergidas y epilítico
<i>Biflustra savartii</i>	1, 2	Ii	Epizóico en concha de <i>Cerithium atratum</i> habitada por ermitaño <i>Clibanarius sclopeta</i>
<i>Bowerbankia gracilis</i>	1	IS	Epilítico y epizóico en concha de <i>Pugillina morio</i> habitada por ermitaño <i>Clibanarius sclopeta</i>
<i>Conopeum reticulum</i>	1	Im, *Ii	Epizóico en <i>Amphibalanus amphitrite</i> , <i>A. improvisus</i> , <i>A. reticulatus</i> , <i>Brachidontes exustus</i> y <i>Crassostrea rhizophorae</i>
<i>Nolella stipata</i>	1	Im	Epilítico y epizóico en <i>Balanus trigonus</i>
ECHINODERMATA			
<i>Ophiotrix</i> sp.	1	Ii	Hipolítico
ASCIDIACEA			
<i>Didemnum psammathodes</i>	1	*Ii, IS	Hipolítico
Ascidiae (2 spp.)	1	*Ii, IS	Epizóico críptico (entre ostras y cirripedios) y hipolítico

Zonación vertical del macrobentos del estuario del río Massangana

1. Poblamientos de los sustratos biogénicos

Las poblaciones del supralitoral ocurren principalmente sobre troncos y raíces de los mangles cuyas porciones quedan expuestas al aire durante la pleamar. Esta comunidad está delimitada superiormente por el nivel más alto de los gasterópodos Littorinidae e inferiormente por el nivel máximo de la pleamar de mareas de sicigia, correspondiendo biológicamente al nivel más alto de los cirripedios Chthamalidae. Esta comunidad estuvo representada por los gasterópodos *Littoraria angulifera* (Lamarck, 1822), *L. flava* (King & Broderip, 1832) y cangrejos *Aratus pisonii* (H. Milne Edwards, 1837), todos movilizándose por el piso intermareal, durante la bajamar.

La región intermareal está caracterizada por los mismos sustratos anteriores, con su límite superior demarcado por el nivel más alto de cirripedios e inferiormente por el nivel máximo de la bajamar. El horizonte superior del intermareal de los mangles presentó un *Chthamaleum* con predominancia numérica de los cirripedios *Microeuraphia rhizophorae* (Oliveira, 1940) y *Chthamalus proteus* Dando & Southward, 1980, ocupando una franja de 0,20-0,30 m. Un horizonte balanoide queda delimitado abajo del *Chthamaleum*, en un espacio variando de 0,30-0,50 m, representado por ostras *Crassostrea rhizophorae* (Guilding, 1828) y cirripedios *Amphibalanus amphitrite* (Darwin, 1854), con *Chthamalus proteus*, epibiontes sobre ambos (Figuras 5a y 5b). Como organismos que se movían encima de esa comunidad sésil, fueron encontrados, además de los habitantes típicos del supralitoral, los cangrejos *Pachygrapsus gracilis* De Saussure, 1858

En los intersticios entre los animales incrustantes y sobre sus conchas, los organismos sésiles asociados fueron: hidroides *Dynamena crisoides*, bivalvos *Brachidontes exustus* (Linnaeus, 1758) (los más comunes), *Isognomon alatus* (Gmelin, 1791), *Pinctada imbricata* Röding, 1798 y *Sphenia fragilis* (H. & A. Adams, 1854), poliquetos Serpulidae y dos morfo-especies de tunicados. Los animales sedentarios y móviles encontrados en los intersticios fueron: anémonas, turbelarios *Stylochus* sp., poliquetos Nereididae y Syllidae, gasterópodos *Fissurella clenchi* Farfante, 1943 y *Lottia subrugosa* (d'Orbigny, 1845) y cangrejos *Pilumnus dasypodus* Kingsley 1879.

Algunas conchas de *Crassostrea rhizophorae* y *Pinctada imbricata* presentaron perforaciones provocadas por poliquetos del género *Polydora* sp. El briozoo *Biflustra savartii* (Audouin, 1826) y la ostra *Ostrea equestris* (Say, 1834), fueron encontrados

apenas como epizóicos en conchas de *Cerithium atratum* (Born, 1778) ocupada por ermitaño *Clibanarius sclopetaarius*. Ya el briozoan *Conopeum reticulum* (Linnaeus, 1767) fue encontrado revistiendo grande parte de las conchas de cirripedios *Amphibalanus amphitrite*, *A. improvisus*, *A. reticulatus* y conchas de los bivalvos *Brachidontes exustus* y *Crassostrea rhizophorae*, en las fajas correspondientes al intermareal medio y al inferior.

En los troncos y raíces de *Rhizophora mangle* localizados en las márgenes del estuario, el horizonte medio a inferior del intermareal estaba frecuentemente dominado por el *Bostrychietum* (Figuras 5a y 5b), comunidad formada por algas de los géneros *Bostrychia*, *Catenella* y *Calloglossa*, ocupando una faja de cerca de 1,0 m; en este nicho fueron encontrados: Nematoda, poliquetos Serpulidae fijos sobre las algas, crustáceos Copepoda y Amphipoda Gammaridae y, raramente, gasterópodos *Neritina virginea* (Linnaeus, 1758) y *Melampus coffeus* (Linnaeus, 1758). Esta comunidad de algas estaba distribuida no solamente en los mangles marginales, como también en los árboles en el interior del bosque, predominando en toda la faja del intermareal. En el horizonte inferior del intermareal, en locales adonde no se presentaron estas algas, las raíces exhibieron raros especímenes de los cirripedios *Amphibalanus improvisus* (Darwin, 1854) y *A. eburneus* (Gould, 1841). En la estación 2, donde algunas raíces de *Rhizophora mangle* quedaban sumergidas en la bajamar, fueron notadas esponjas *Suberites aurantiacus* (Duchassaing & Michelotti, 1864) y briozos *Amathia vidovici* Heller, 1867 (Figura 5c).

En los mangles lejos de la margen del estuario, generalmente de las especies *A. schaueriana* y *L. racemosa*, la composición faunística fue menos diversa, manteniéndose apenas los organismos predominantes numéricamente en los árboles de *R. mangle*. En troncos y ramas de mangles y en descomposición, fue observada una fauna variada, dependiendo de la posición donde se encontraba. En aquellos localizados en el interior del bosque, caídos en el sustrato fangoso, en una faja correspondiente al intermareal medio, fueron observados los bivalvos teredos *Martesia striata* (Linnaeus, 1758) y *Neoteredo reynei* (Bartsch, 1920) (Figura 6); en las galerías vacías de esa última especie fueron encontradas anémonas, poliquetos Nereididae, isópodos Cirolanidae y anfípodos. En los troncos parcialmente sumergidos en los ríos de marea y en el cauce del río, en el horizonte correspondiente al intermareal inferior e infralitoral, fueron observadas numerosas colonias de esponjas *Suberites aurantiacus* (Duchassaing & Michelotti, 1864), hidroides *Dynamena crisoides*, anémonas, bivalvos *Crassostrea rhizophorae*, poliquetos Nereididae y Syllidae y cirripedios *Amphibalanus amphitrite* y *A. improvisus*.

Como organismos sedentarios de hábito críptico, presentes en los intersticios de los animales sésiles fijados en los troncos en descomposición, parcialmente sumergidos fueron encontrados poliquetos Eunicidae y Nereidae, gasterópodos *Neritina virginea* y *Pugillina morio* (Linnaeus, 1758), incluyendo numerosas posturas de ambos, y los crustáceos *Alpheus estuariensis* Christoffersen, 1984, *Clibanarius sclopetaarius* Herbst, 1796 ocupando concha de *Cerithium atratum* (Born, 1778), *Cataleptodius floridanus* (Gibbes 1850), *Hexapanopeus paulensis* Rathbun, 1930, *H. caribbaeus* Stimpson, 1871, *Pachygrapsus gracilis* y *Sesarma rectum* Randall, 1840. En estos troncos, larvas de insectos Chironomidae e isópodos Sphaeromatidae habitaban las galerías vacías de los teredos. Las colonias de esponjas *Suberites aurantiacus* (Duchassaing & Michelotti, 1864), también presentes en raíces de *Rhizophora mangle* inmersas en el agua, abrigaban diversos poliquetos Eunicidae, Nereididae y Syllidae, anfípodos Gammaridae y camarones *Synalpheus fritzmuelleri* Coutière, 1909.

2. Poblamientos de los sustratos abiogénicos

Apenas en la estación 1 fueron encontrados otros sustratos, además de los árboles de mangles; estos estuvieron representados por los

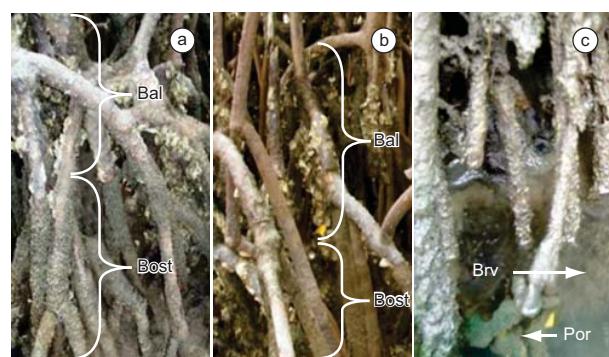


Figura 5. Raíces aéreas del mangle *Rhizophora mangle* con sus poblaciones biológicas. a) y b) estación 1; c) estación 2, con raíces sumergidas durante la bajamar. Bost = *Bostrychietum*, Bal = zona balanoide, Por = Porifera y Bry = Bryozoa.

Figure 5. Aerial roots of *Rhizophora mangle* with its biological assemblages. a) and b) site 1; c) site 2, with submerged roots during the low tide. Bost = *Bostrychietum*, Bal = balanoide zone, Por = Porifera and Bry = Bryozoa.



Figura 6. Troncos y raíces de manglares perforadas por teredos. a) concha del teredo *Neoteredo reynei* en destaque; b) tronco en descomposición perforado por los teredos; c) galerías de teredos en una raíz de *Rhizophora mangle*.

Figure 6. Stem and root of mangrove perforated by shipworm. a) shell of the shipworm *Neoteredo reynei* in eminence; b) stem in decomposition perforated by shipworms; c) galleries of shipworms in a *Rhizophora mangle* root.



Figura 7. Comunidades de los afloramientos rocosos. a y b: Colonias del coral *Siderastrea stellata* en las zonas intermareal inferior e infralitoral, respectivamente; b) dimensión de la colonia: 20 cm; c) Esponja *Tedania ignis* (dimensión de la colonia: 32 cm); d) Esponjas *Haliclona* sp.1 y sp.2. (roca con 75 cm de diámetro).

Figure 7. Biological assembles on rocky outcrops. a and b: Colonies of the coral *Siderastrea stellata* in the intertidal and sublittoral zones, respectively; b) colony diameter: 20 cm; c) sponge *Tedania ignis* (colony diameter: 32 cm); d) sponges *Haliclona* sp.1 and sp.2 (rock diameter with 75 cm)

Zonación vertical del macrobentos del estuario del río Massangana

afloramientos rocosos de la Formación de Barreras, rocas esparcidas y restos de una embarcación parcialmente hundida y expuesta al sol, en la margen del estuario (Figuras 2a, 2b y 7).

No fue encontrado un substrato consolidado abiogénico que alcanzara la altura equivalente del supralitoral; solamente fue posible caracterizar la región intermareal. Aunque no haya sido posible establecer nítidamente el poblamiento del supralitoral, su comunidad típica estuvo representada por los gasterópodos *Nodilittorina ziczac* (Gmelin, 1791) y *Littoraria flava*, en número reducido de especímenes, presentes en la raíces del *Cthamaletum*, compuesto únicamente por *Cthamalus bisinuatus* Pilsbry, 1916. El horizonte medio del intermareal estaba compuesto por las ostras *Crassostrea rhizophorae* y cirripedios *Amphibalanus amphitrite*, *A. improvisus* y *C. proteus*.

Los demás sustratos presentes en esta estación fueron los afloramientos rocosos y las rocas encontradas en el sedimento arenofangoso aflorado, dispuestas en la región equivalente al intermareal medio - inferior. Fueron observados dos tipos de comunidades epilíticas y hipolíticas. La fauna epilítica presente sobre la parte superior de las rocas, sometida directamente a la exposición solar y al aire estuvo constituida de esponjas *Haliclona* (3 morfo-especies) y *Tedania ignis* (Duchassaing & Michelotti, 1864), actinias, hidroïdes *Dynamena crisioides* Lamouroux, 1824 y *Clytia* sp., poliquetas Serpulidae, gasterópodos sésiles - *Petaloconchus erectus* (Dall, 1888) y móviles - *Nassarius vibex* (Say, 1822), briozoos *Amathia vidovici* Heller, 1867 y *Bowerbankia gracilis* Leidy, 1855 y por los cirripedios *Balanus trigonus* Darwin, 1854, *A. improvisus* y raros especímenes de *A. reticulatus* (Utinomi, 1967). En los intersticios de sus colonias y/o sobre las conchas de los animales incrustantes, fueron encontrados también representantes de Nematoda, Nemertea y larvas de insectos Chironomidae.

La fauna hipolítica, presente en la parte inferior de las rocas, comprendiendo apenas las especies que estaban asociadas al substrato sólido, fue compuesta por larvas de Chironomidae, tanaidáceos (en tubos membranosos), cangrejos *Eurypanopeus abbreviatus* (Stimpson, 1860), *Microphrys bicornutus* Latreille, 1825 y *Pachygrapsus gracilis*, briozoos *Biflustra savartii* y *Nolella stipata* Gosse, 1855, ofiuróides *Ophiothrix* sp. y tres especies de tunicados, de las cuales apenas *Didemnum psammathodes* (Sluiter, 1895) fue identificada al nivel específico.

En el límite con el infralitoral, en el afloramiento rocoso fueron observadas esponjas *Haliclona* spp. y *Tedania ignis* (Duchassaing & Michelotti, 1864), colonias del coral *Siderastrea stellata* (Verrill, 1868) (Figura 7), algunas perforadas por el bivalvo *Lithophaga bisulcata* (d'Orbigny, 1842), además de briozoos *Nolella stipata* sobre esponjas y en rocas.

Discusión

La riqueza de la fauna de invertebrados de un ambiente estuarino puede ser evaluada comparándose el número total de especies con otros estuarios. Así, comparativamente a otros estudios de diversidad faunística bentónica en manglares brasileños, el estuario del Río Massangana, con 79 especies, presentó una buena biodiversidad específica frente a algunos ya investigados. Tenório et al. (2000) registraron, para el área estuarina del Canal de Santa Cruz, el brazo de mar que rodea la Isla de Itamaracá, Pernambuco, un total de 96 especies de Porifera, Mollusca, Annelida (Polychaeta), Crustacea, Echinodermata y Chordata (Cephalochordata e Osteichthyes). Rosa-Filho & Farrapeira-Assunção (1998) estudiando la zonación vertical de las especies en 12 estaciones localizadas en los manglares de esta misma región identificaron 14 especies como comunes a todas, de las cuales destacaron los moluscos *Littoraria angulifera*, *Littoraria flava*, *Brachidontes exustus* y *Crassostrea rhizophorae* y

los cirripedios *Amphibalanus amphitrite*, *A. improvisus*, *Cthamalus proteus* y *Microeuraphia rhizophorae*, también presentes en este estudio y encontradas por Nunes & Almeida (1979) en el Río Jacuruna, Bahía y por Camargo (1982), en la región estuarina de Cananéia, São Paulo. Farrapeira et al. (2000) encontraron 38 especies de animales bentónicos, distribuidos sobre manglares y rocas del estuario del río Paripe, un estuario de la Isla de Itamaracá. Trabajando en este mismo estuario, Farrapeira (2008), enfocándose en los cirripedios, pero indicando los organismos bentónicos asociados, observó que los sustratos artificiales y rocas fueron los que presentaran la mayor cantidad de especies bentónicas, similar a lo que fue observado en el estuario de Massangana, donde la estación 1, con estos sustratos adicionales, permitieron la fijación de 24 especies que solamente fueron encontradas en ellos.

Las comunidades bentónicas observadas en el estuario estudiado presentaron el mismo patrón de zonación vertical de los invertebrados de manglares, en los niveles supra, medio e infralitoral, con coincidencias al nivel de especies para el Brasil (Araújo & Maciel 1979, Nunes & Almeida 1979, Aveline 1980, Silva-Brum & Absalão 1989, Rosa-Filho & Farrapeira-Assunção 1998, Farrapeira et al. 2000, Beasley et al. 2005, Farrapeira 2006, 2008) y para otras localidades del Océano Atlántico tropical (Plaziat 1984, Por 1984, Ellison & Farnsworth 1992, Lalana-Rueda & Gosselk 2007, Romero-Murillo & Polanía 2008). Merece destacarse la región intermareal media, definida como "zona balanóide", caracterizada por la presencia de cirripedios *Amphibalanus amphitrite*, *A. improvisus* y *A. reticulatus* y otras *Crassostrea rhizophorae* (Rosa-Filho & Farrapeira-Assunção, 1998), que en el estuario estudiado presentó un predominio de *Bostrychietum*.

A pesar que este estudio contempló solamente coletas en una época del año, durante el verano o estación seca, es conveniente destacar que en estudios realizados por un de los autores en el estuario del río Paripe, Pernambuco (trabajo no publicado), en el cual se comparó las comunidades bentónicas sésiles de manglares a lo largo del estuario, en las estaciones secas y lluviosas, fue constatado que hay solamente variación en relación a la altura de fijación de los cirripedios y ostras que se fijan en los niveles más elevados durante el invierno, cuando hay mayor volumen de agua en el estuario, y mortalidad de muchos organismos con pequeña tolerancia a la disminución de la salinidad; ya en el verano, hubo mortalidad de aquellos organismos que se fijaron en áreas más altas del espacio vertical, contrariando sus límites de tolerancia a la exposición más prolongada al aire. En el trabajo de distribución espacial y temporal del *Bostrychietum* en raíces de *Rhizophora mangle* del Maranhão, Cutrim et al. (2004) observaron que este horizonte algal se restringió al estrato inferior, aunque en el período lluvioso, las algas hubiesen ocupado también los estratos intermedios del intermareal, mientras que en el estuario del río Massangana, esta comunidad se esparció por una extensión mayor, dominando casi todo el espacio vertical del intermareal. Esta distribución atípica puede ser explicada por las características del manglar. Los patrones de distribución horizontal y vertical del *Bostrychietum* son determinados por factores muy variables: salinidad, temperatura, desecación, inundación de mareas, efecto de ondas, frecuencia de lluvias y intensidad luminosa (Mazda et al. 1990, Phillips et al. 1996).

El *Bostrychietum*, definido con una asociación típica de macroalgas rojas presente en los manglares brasileños y de otras latitudes (Yokoya et al. 1999, Moreira et al. 2003), que provee hábitat y alimento para gran número de invertebrados y peces (Kathiresan & Binghan 2001), se presentó como un nicho ecológico también en el estuario estudiado, aunque los organismos asociados tengan diferido de los observados por Proches & Marshall (2002), que encontraron ácaros Halacaridae, insectos Empidoidea, crustáceos Harpacticoidae

y Tanaidacea. Según Jones et al. (1997), aunque la presencia de estas algas en manglares aumenta la cantidad de nichos, ella provoca la disminución de la competición de forma indirecta por espacio.

Los patrones de distribución vertical de la comunidad faunística epibionte, por otro lado, son atribuidos a disturbios antropogénicos, disponibilidad de alimentos, patrones de reclutamiento larval, depredación, competencia y régimenes de mareas (Sutherland 1980, Perry 1988, Ellison & Farnsworth 1992). A diferencia de lo observado en el estuario del río Massangana en términos de ocupación de los invertebrados en los substratos sólidos, Farrapeira et al. (2000) relataron gran parte de las especies incrustantes ahora reportadas, pero recordando que ellas estaban distribuidas densamente en las raíces de manglares del estuario del río Paripe, Itamaracá, en Pernambuco. Al estudiar la distribución espacial y abundancia de las comunidades epibiontes en raíces de *Rhizophora mangle* de Belice, en América Central, Farnsworth & Ellison (1996) también encontraron una o dos especies dominantes en cada asamblea del intermareal y pocos espacios vacíos en relación al porcentual de área total de las raíces. Estos autores justificaron que la presencia de áreas desnudas en los manglares resultaba de la ocurrencia de perturbaciones ambientales, incluyendo actividades predadoras de las especies móviles, que generan nuevos espacios para aquellas colonizadoras, cuyos adultos están fijados en áreas próximas. Probablemente, la dominancia espacial del *Bostrychietum* en el intermareal de los manglares provocó la reducción del espacio naturalmente ocupado por el horizonte balanoide. Un estudio experimental realizado en Australia comprueba este hecho; retirando experimentalmente las algas y los moluscos herbívoros, Anderson (1999) observó que hubo un aumento numérico de especímenes de ostras y de cirripedios, así como una ampliación de su distribución en las raíces de manglares.

En el estuario estudiado la presencia de numerosos especímenes de los gasterópodos herbívoros (*Lottia subrugosa*, *Fissurella clenchi* y *Neritina virginea*) y del carnívoro *Pugilina morio*, especie predadora de cirripedios y bivalvos, puede ser un factor agravante de esta atipicidad en la ocupación del intermareal por estos organismos incrustantes, interfiriendo en la dinámica ecológica de este nivel. De acuerdo con Koch & Wolff (1996), algunos moluscos son críticos para la base ecológica de algunos manglares, desempeñando un papel central en la manutención de funcionamiento y productividad de los manglares, “limpiando” las raíces de sus organismos incrustantes típicos. En el estuario estudiado, también la presencia de numerosos especímenes de turbelarios *Stylochus* da indicios de esta elevada actividad predatoria. Según Branscomb (1976), las especies de este género habitualmente encontradas en regiones costeras estuarinas son predadores activos de reclutas recién-fijados de ostras y cirripedios.

En este sentido, a pesar del número relativamente alto de especies de cirripedios encontrados en el manglar del Río Massangana, comparable a lo que Farrapeira (2006, 2008) encontró en el área estuarina de Recife y de Itamaracá, en Pernambuco, respectivamente, su distribución esparcida en los manglares fue incomprensible, una vez que existen diversas especies que toleran o requieren condiciones estuarinas y, en este caso ellas son dominantes en los troncos y raíces, en conjunto con las ostras y mejillones (Inclán 1989, Rivadeneyra 1989, Rosa-Filho & Farrapeira-Assunção 1998, Ross & Underwood 1997, Silva-Brum & Martins 1997). Variaciones de salinidad y turbidez del agua son factores señalados por Achituv (1984) para justificar una alteración de este patrón de abundancia de cirripedios en manglares, todavía las especies encontradas en el estuario ya fueron citadas como comunes en ambientes estuarinos y la turbidez no debe haber sido factor limitante, observando la ocurrencia de otros animales filtradores en la área, como las esponjas y el coral.

El empobrecimiento, tanto en diversidad específica cuanto en densidad de los organismos benthos incrustantes en los manglares,

fue igualmente observada por Por et al. (1984) en el estuario del Río Una, en São Paulo, con las ostras *Crassostrea rhizophorae*, mejillones y los cirripedios *Amphibalanus amphitrite* siendo prácticamente ausentes a lo largo del estuario y los troncos de los árboles y raíces aéreas, presentándose densamente habitados por “*Bostrychietum*” y perforados por teredos. Estos autores no lograron una explicación para tal hecho, excepto por la variación del pH del agua, alcanzando un valor de 3,3 en las regiones oligohalinas del estuario. En Cuba, Lalana-Rueda (1986) atribuyó los bajos valores de la diversidad de invertebrados obtenidos en la laguna costera “El Ciego” al fuerte estrés al que están sometidos los organismos en esa laguna. Observando la composición de las macroalgas del *Bostrychietum* de Suape, comparativamente con las encontradas en otro manglar protegido de Pernambuco, Fontes et al. (2007) observaron un número reducido de especies y de biomasa registrado para Suape, lo cual puede deberse probablemente, a los impactos sufridos por esta área durante la construcción del complejo portuario adyacente.

En relación a la biodiversidad encontrada, se destaca la ocurrencia de las esponjas y cnidarios. Existen algunas especies de esponjas que toleran la condición estuarina y son encontradas frecuentemente en manglares, como las que fueron encontradas en el local. *Tedania ignis*, aunque no sea considerada como “especialista” en manglares porque es encontrada en otros ambientes - en la clasificación de Diaz et al. (2004) - es indicada como común en raíces de manglares que quedan sumergidas durante la bajamar (Lalana-Rueda & Pérez-Moreno 1985, Farnsworth & Ellison 1996, Farrapeira 2008), hecho observado también por Collin et al. (2005), que mencionaron igualmente la ocurrencia de varias especies de *Haliclona* y de *Suberites aurantiacus* como frecuentes en manglares.

En el estuario estudiado fue sobresaliente la presencia de colonias del coral *Siderastrea stellata*. Esta especie es endémica del Brasil y aunque considerada extremadamente tolerante a condiciones desfavorables, inclusive en locales con aporte excesivo de sedimentos (Mayal et al. 2002), nunca había sido registrada para áreas estuarinas. Su presencia en el estuario, todavía, puede ser explicada por la intrusión de aguas más salinas en el área estuarina del Río Massangana, provocada según Muniz et al. (2005), por la abertura de los arrecifes y alteración de la dinámica estuarina de la Bahía de Suape, después de la creación del Puerto de Suape. Una única referencia a la presencia de corales en áreas estuarinas fue relatada por Lalana-Rueda & Perez-Moreno (1985), para los manglares de la Isla de la Juventud, en Cuba; estos autores encontraron colonias de *Porites porites* (Pallas, 1766) creciendo alrededor de raíces de *Rhizophora mangle*. La ocurrencia de especies marinas en estuarios es un hecho muy común en regiones localizadas en las proximidades de la desembocadura de los ríos, donde hay una mayor riqueza de organismos incrustantes (Ellison & Farnsworth 1992, Hernández-Alcántara & Solís-Weiss 1995, Farrapeira 2006).

Sobre la fauna característica de los manglares vale la pena destacar la ausencia de los mejillones *Mytella charruana* (d'Orbigny, 1846) y *M. guyanensis* (Lamarck, 1819), considerados característicos del intermareal inferior de estuarios del Nordeste (Tenório 1977, Pereira-Barros 1987, Rosa-Filho & Farrapeira-Assunção 1998, Nishida & Leonel 1995, Mello & Tenório 2000, Beasley et al. 2005). Relativamente a las demás especies de moluscos, Marquez & Jiménez (2002) encontraron en la área estuarina del Golfo de Santa Fé, Venezuela, la misma composición específica que predominó numéricamente en términos de individuos, *Brachidontes exustus*, *Crassostrea rhizophorae*, *Pinctada imbricata*, *Isognomon alatus*, además de otra especie no encontrada en el estuario del Río Massangana. De entre las especies citadas, *B. exustus* y *C. rhizophorae* son abundantes y consideradas como típicas de los manglares del Atlántico (Djick 1980, Lalana et al. 1985, Lalana-Rueda & Pérez-Moreno 1985, Mello &

Zonación vertical del macrobentos del estuario del río Massangana

Tenório 2000), *Pinctada imbricata* tiene una distribución amplia en el Atlántico tropical, incluyendo todo el litoral brasileño (Rios 1994, Muniz et al. 2000, Neves et al. 2007), mientras *Isognomon alatus*, considerada una especie exótica invasora del litoral brasileño (Domaneschi & Martins 2002), anteriormente citada apenas para el Atol das Rocas y de Rio de Janeiro hasta Rio Grande do Sul (Rios 1994, Domaneschi & Martins 2002, Ribeiro et al. 2003) es una especie tolerante a las variaciones de salinidad, típicamente encontrada en regiones estuarinas, constituyéndose una de las especies básicas de las comunidades incrustantes encontradas en las raíces de mangles *Rhizophora mangle* de la región caribeña (Márquez & Jiménez 2002, Romero-Murillo & Polanía 2008).

Aunque los briozos encontrados en el estuario del río Massangana sean comúnmente registrados en ambientes estuarinos (Winston 1977, 1982, Creary 2002), *Nolella stipata* ya había sido referida para el litoral de Pernambuco (Marcus 1955), pero la ocurrencia de las especies *Biflustra savartii*, *Bowerbankia gracilis* y *Conopeum reticulum* en este estado constituye una ampliación de la distribución geográfica, una vez que ellas ocurrían apenas en los estados del Sudeste y Sur del Brasil, sucediendo lo mismo para *Amathia vidovici*, presente en el estado vecino de Alagoas (Vieira et al. 2008). Ya entre los tunicados, Monniot & Monniot (1994) afirman que *Didemnum psammathodes* es una especie ampliamente distribuida y común en manglares en la región caribeña.

La dispersión de estas especies para el estado de Pernambuco, incluyendo el cirripedio *Amphibalanus reticulatus*, introducido en esto estado en la década de 1990 (Farrapeira-Assunção 1990), debe estar siendo facilitada por la movilización de embarcaciones cargueras en el litoral, específicamente en el Puerto de Suape, localizado más cerca del estuario estudiado. Los navíos son reconocidos como los principales agentes de introducción de especies en nuevos ambientes, llevándolas de una región a otra, atravesando barreras naturales que podrían ser obstáculos a su dispersión por corrientes (Carlton 1987, Gollasch 2002, Coutts & Taylor 2004, Farrapeira et al. 2007). Este hecho es preocupante porque, aunque las especies cuya distribución fue ampliada en el litoral brasileño no estuvieran en número abundante en el estuario estudiado, esto puede reflejar un inicio de su introducción en la bahía de Suape y libres de predadores, parásitos y competidores naturales, esos organismos pueden llegar a alcanzar altas densidades, cuando pasarán a ser considerados invasores (Ruiz et al. 1997).

De hecho, a excepción del bivalvo *Isognomon alatus*, cuyo medio de dispersión no está indicado en la literatura, aunque su especie hermana *I. bicolor* (C.B. Adams, 1845) haya sido citada como transportada asociada a cascos de embarcaciones (Farrapeira et al. 2007) y pilares de plataformas de petróleo (Mienis 2004, Ferreira et al. 2006), todas las demás especies que tuvieron su distribución ampliada en el litoral brasileño tienen el transporte pasivo en las embarcaciones como medio de dispersión. Así ocurrió con el cirripedio *Amphibalanus reticulatus* (Gollasch 2002, Godwin 2003, Ferreira et al. 2004, Farrapeira et al. 2007) y con los briozos *Biflustra savartii* (Ferreira et al. 2004), *Bowerbankia gracilis* (Zvyagintsev 2003, Cohen 2004) y *Conopeum reticulum* (Gollasch 2002).

Finalmente, vale la pena destacar la constatación de la ocurrencia de otros nichos ecológicos en los mangles, además del *Bostrychietum* ya mencionado, también citados en diversos estudios. Investigando los moluscos asociados al mejillón *Perna viridis*, Villafranca & Jiménez (2006) encontraron los bivalvos *Sphaeria fragilis* y *Isognomon alatus* entre las conchas de *Brachidontes exustus*, *Crassostrea rhizophorae* y *Pinctada imbricata* similarmente al que fue observado en el Río Massangana. Estos autores afirmaron que estos intersticios formados por las conchas son sustratos seguros para que muchos organismos puedan colonizar las áreas de difícil permanencia y señalaron que el

agua retenida entre ellos y la biodeposición de heces y pseudo-heces alrededor estimulan el enriquecimiento, la abundancia y la diversidad específica. Las especies sésiles modifican la configuración geométrica de los sustratos y alteran la calidad de las superficies de fijación de los organismos y las aumentan, ofreciendo mayor cantidad de espacio. Esta estructura puede afectar la organización de la comunidad por proveer refugios para pequeñas especies de sus predadores, aumentando su sobrevivencia en el ambiente (Dean 1981, Ruesink et al. 2005). El nicho ecológico existente entre los cirripedios y ostras fue también percibido por Lalana-Rueda & Pérez-Moreno (1985), habitado por copépodos, anfípodos, tanaidáceos e isópodos. De entre estos animales reportados, apenas los isópodos no fueron encontrados.

Otro nicho ecológico percibido fue el compuesto por los troncos y ramas de mangles en descomposición dispuestos en el sedimento y en el cauce de los ríos, en la región equivalente al infralitoral. Reportándose apenas a los crustáceos decápodos, Sousa et al. (1998) encontraron este nicho ecológico específico en el interior de troncos podridos en los manglares del complejo estuarino-lagunar Mundaú/Manguaba, en Alagoas, encontrando tres de las especies también observadas en el presente estudio: *Clibanarius sclopeta*, *Pachygrapsus gracilis* y *Sesarma rectum*. Pero los animales más característicos de estos locales son los bivalvos teredos. La presencia de estos organismos atacando las maderas de mangles en descomposición es comúnmente relatada para áreas estuarinas constituyéndose en uno de los principales agentes biológicos responsables por la destrucción de la madera en ambientes marinos y estuarinos (Lopes & Narchi 1993, Rojas & Severeyn 2000, Kathiresan & Binghan 2001). Su presencia en área de intensa actividad pesquera es preocupante, una vez que estos bivalvos provocan extensos daños a los manglares, destruyendo raíces y ramas, además de atacar la madera usada en la construcción de casas, barcos y armadillas pesqueras (Barletta et al. 1998). Ambas especies identificadas en el estuario son comunes en manglares del Atlántico Occidental y ocurren a lo largo de la costa brasileña (Müller & Lana 1986, Leonel et al. 2002, Santos-Filho et al. 2008).

Consideramos que los resultados obtenidos en este estudio pueden darnos bases comparativas de datos sobre la composición de especies del área y su respectiva distribución en los diversos nichos ecológicos delineados en los espacios verticales y que pueden ser utilizados en futuros estudios de bio-monitoreo en esta área de influencia portuaria que sufre y tiene la perspectiva de sufrir grandes impactos ecológicos. Todavía, se sugiere abordar de manera cuantitativa el área estudiada, con procedimientos de muestreos y análisis estadísticos formales, con el fin de considerar la heterogeneidad local y posibilitar datos más consistentes para el monitoreo de la región. La introducción de un agente externo en la dinámica estuarina puede traer serias consecuencias. De acuerdo con Kennish (1994), los impactos ambientales asociados a un proceso de dragado y despeje del material dragado en esta área pueden provocar efectos directos sobre hábitats y organismos, o indirectos, atribuidos a alteraciones en la calidad del agua, aumentando la mortalidad de los mismos principalmente inducida por la resuspensión del sedimento del fondo, provocando una asfixia. Este impacto podría causar la muerte a diversos animales filtradores sensibles, por ejemplo el coral, las esponjas y algunos bivalvos.

Además, después de concluida una operación de dragado, es común observar la recolonización de los sustratos consolidados (rocas, mangles y estructuras artificiales) por otros organismos bentónicos, en un período de tiempo que puede variar de pocos días hasta varios años, dependiendo de los organismos existentes en el área, del substrato y de las condiciones ambientales y dinámicas del local. Como el hábitat natural probablemente sufrirá alteraciones debido a la operación de dragado, la nueva población podrá ser diferente de la original. De

acuerdo con Johnson & Carlton (1996), un nicho ecológico vacío puede generar el establecimiento de una especie exótica invasora, como sucedió en los Grandes Lagos, Estados Unidos, con la ocupación y dispersión rápida del mejillón zebra *Dreissena polymorpha* (Pallas, 1771) en los ambientes dulceacuícolas. Carlton (1996) indicó también, de entre las causas de una bioinvasión, alteraciones de los estadios ecológicos, biológicos, químicos o físicos de una región portuaria receptora y la presencia de una nueva “región donadora” representada por la recepción de embarcaciones de orígenes diferentes de las que el puerto estaba acostumbrado a recibir. Silva et al. (2002) complementaron las relaciones de riesgos de introducción de especies, destacando que acciones que modifican o degradan el ambiente o el régimen hidrográfico actúan favoreciendo la sobrevivencia y permanencia de las especies introducidas, creando nuevas oportunidades para su establecimiento.

Agradecimientos

Los autores agradecen a los evaluadores y editores de la revista por su dedicación e importantes aportes a este trabajo.

Referencias Bibliográficas

- ACHITUV, Y. 1984. Cirripedes of the mangal ecosystem with emphasis on the hard bottom mangal of Sinai. In Hydrobiology of the mangal (F.D. Por & I. Dor, eds.). Dr. W. Junk Publ., Boston, p. 71-78.
- ANDERSON, M.J. 1999. Distinguishing direct from indirect effects of grazers in intertidal estuarine assemblages. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 234(2):199-218.
- ARAÚJO, D.S.D. & MACIEL, N.C. 1979. Os manguezais do recôncavo da Baía de Guanabara. Cad. FEEMA- sér. técn. (10):1-112.
- ARENAS, F., BISHOP, J.D.D., CARLTON, J.T., DYRYNDA, P.J., FARNHAM, W.F., GONZALEZ, D.J., JACOBS, M.W., LAMBERT, C., LAMBERT, G., NIELSEN, S.E., PEDERSON, J.A., PORTER, J.S., WARD, S. & WOOD, C.A. 2006. Alien species and other notable records from a rapid assessment survey of marinas on the south coast of England. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.* 86(6):1329-1337.
- AVELINE, L.C. 1980. Fauna dos manguezais brasileiros. *Rev. Bras. Geogr.* 42(4):786-821.
- BARLETTA, M., BARLETTA-BERGAN, A. & SAINT-PAUL, U. 1998. Description of the fisheries structure in the mangrove dominated region of Bragança (State of Pará, North Brazil). *Ecotropica*, 4(1-2):41-53.
- BEASLEY, C.R., FERNANDES, C.M., GOMES, C.P., BRITO, B.A., SANTOS, S.M.L. & TAGLIARO, C.H. 2005. Molluscan diversity and abundance among coastal habitats of Northern Brazil. *Ecotropica*, 11(1):9-20.
- BELL, J.D. & WESTOBY, M. 1986. Abundance of macrofauna in dense seagrass is due habitat preference, not predation. *Oecologia*, 68(2):205-209.
- BRANSCOMB, E.S. 1976. Proximate causes of mortality determining the distribution and abundance of the barnacle *Balanus improvisus* Darwin in Chesapeake Bay. *Chesapeake Sci.* 17(4):281-288.
- CARLTON, J.T. 1987. Patterns of transoceanic marine biological invasions in the Pacific Ocean. *Bull. Mar. Sci.* 41(2):452-465.
- CARLTON, J.T. 1996. Pattern, process, and prediction in marine invasion ecology. *Biol. Conserv.* 78(2):97-106.
- CINTRÓN, G. & SCHAEFFER-NOVELLI, Y. 1983. Introducción a la ecología del manglar. Unesco, Montevideo.
- COELHO, P.A., TENÓRIO, D.O., RAMOS-PORTO, M. & MELLO, R.L.S. 2004. A fauna benthica do estado de Pernambuco. In *Oceanografia: um cenário tropical* (E. Eskinazi-Leça, S. Neumann-Leitão & M.F. Costa, eds.). Bagaço, Recife, p. 477-528.
- COHEN, A.N. 2004. An exotic species detection program for Puget Sound. Puget Sound Action Team Olympia, Washington, 60 p.
- COLLIN, R., DIAZ, M.C., NORENBURG, J.L., ROCHA, R.M., SANCHEZ, J.A., SCHULZ, A., SCHWARTZ, M.L. & VALDES, A. 2005. Photographic identification guide to some common marine invertebrates of Bocas Del Toro, Panama. *Caribb. J. Sci.* 41(3):638-707.
- COUTTS, A.D.M. & TAYLOR, M.D. 2004. A preliminary investigation of biosecurity risks associated with biofouling on merchant vessels in New Zealand. *New Zealand J. Mar. Freshw. Res.* 38(2):215-229.
- Companhia Pernambucana do Meio Ambiente - CPRH. 2003. Diagnóstico socioambiental do litoral Sul de Pernambuco. CPRH, Recife.
- CREARY, M.M. 2002. Spatial distribution of epibenthic bryozoans found on the roots of *Rhizophora mangle*, Kingston Harbour, Jamaica. *Bull. Mar. Sci.* 73(2):477-490.
- CUTRIM, M.V.J., SILVA, E.F. & AZEVEDO, A.C.G. 2004. Distribuição vertical das macroalgas aderidas em rizóforos de *Rhizophora mangle* Linnaeus nos manguezais de Parnaíba e Tauá-Mirim (Ilha de São Luís/MA - Brasil). *Bolm. Lab. Hidrobiol.* 17:9-18.
- DEAN, T.A. 1981. Structural aspects of sessile invertebrates as organizing forces in an estuarine fouling community. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 53(2-3):163-180.
- DEFELICE, R.C., ELDREDGE, L.G. & CARLTON, J.T. 2001. Nonindigenous invertebrates. In A guidebook of introduced marine species in Hawaii (L.G. Eldredge & C.M. Smith, eds.). Bishop Museum Technical Report 21, Bernice, p. 2-70.
- DIAZ, M.C., SMITH, K.P. & RUTZLER, K. 2004. Sponge species richness and abundance as indicators of mangrove epibenthic community health. *Atoll Res. Bull.* (518):1-19.
- Diretoria de Hidrografia e Navegação - DHN. 2007. Banco nacional de dados oceanográficos: tábuas das marés. DHN, Brasília.
- DJICK, M.P.M. 1980. Moluscos do estuário do Rio Paraíba do Norte - 1. Ilha da Restinga. *Rev. Nord. Biol.* 3(especial):47-53.
- DOMANESCHI, O. & MARTINS, C.M. 2002. *Isognomon bicolor* (C.B. Adams) (Bivalvia, Isognomidae): primeiro registro para o Brasil, redescrição da espécie e considerações sobre a ocorrência e distribuição de *Isognomon* na costa brasileira. *Rev. Bras. Zool.* 19(2):611-627.
- DUTRA, G.F., ALLEN, G.R., WERNER, T. & McKENNA, S.A. 2005. A rapid marine biodiversity assessment of the Abrolhos bank, Bahia, Brazil. *RAP Bull. Biol. Assess.* (38):1-160.
- ELLISON, A.M. & FARNSWORTH, E.J. 1992. The ecology of Belizean mangrove-root fouling communities: patterns of epibiont distribution and abundance, and effects on root growth. *Hydrobiologia*, 247(1-3):87-98.
- FARNSWORTH, E. & ELLISON, A. 1996. Scale-dependent spatial and temporal variability in biogeography of mangrove root epibiont communities. *Ecol. Monogr.* 66(1):45-66.
- FARRAPEIRA, C.M.R. 2006. Barnacles (Cirripedia Balanomorpha) of the estuarine region of Recife, Pernambuco, Brazil. *Trop. Oceanogr.* 34(2): http://www.propsq.ufpe.br/tropical_oceanography/volumes/volume_34_2_2006.html (último acceso em 16/02/2008).
- FARRAPEIRA, C.M.R. 2008. Cirripedia Balanomorpha del estuario del río Paripe (Isla de Itamaracá-Pernambuco-Brasil). *Biota Neotrop.* 8(3): <http://www.biotaneotropica.cria.org.br/v8n3/pt/fullpaper?bn00208032008+es.pdf> (último acceso em: 13/09/2008).
- FARRAPEIRA, C.M.R., COELHO-FILHO, P.A. & SANTOS, M.A. 2000. Zonação vertical da macrofauna benthica de substratos consolidados do estuário do Rio Paripe (Itamaracá-PE). In *MANGROVE 2000: Sustentabilidade de estuários e manguezais: desafios e perspectivas*. Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, p. 1-9.
- FARRAPEIRA, C.M.R., MELO, A.V.O.M., BARBOSA, D.F. & SILVA, K.M.E. 2007. Ship hull fouling in the Port of Recife, Pernambuco. *Braz. J. Oceanogr.* 55(3):207-221.
- FARRAPEIRA-ASSUNÇÃO, C.M. 1990. Ocorrência de *Chirona (Striatobalanus) amaryllis* Darwin, 1854 e de *Balanus reticulatus* Utinomi, 1967 (Cirripedia, Balanomorpha) no Estado de Pernambuco. In XVII Congresso Brasileiro de Zoologia. Sociedade Brasileira de Zoologia, Londrina, p. 7.
- FERREIRA, C.E.L., GONÇALVES, J.E.A. & COUTINHO, R. 2006. Ship hulls and oil platforms as potential vectors to marine exotic introduction. *J. Coast. Res.* 39:1340-1345.

Zonación vertical del macrobentos del estuario del río Massangana

- FLOERL, O. & INGLIS, G.J. 2005. Potential for the introduction and spread of marine pests by private yachts. In Hull fouling as a mechanism for marine invasive species introductions (L.S. Godwin, ed.). Bernice Pauahi Bishop Museum, Honolulu, p. 22-28.
- FONTES, K.A.A., PEREIRA, S.M.B. & ZICKEL, C.S. 2007. Macroalgas do "Bostrychietum" aderido em pneumatóforos de duas áreas de manguezal do Estado de Pernambuco, Brasil. Iheringia, ser. Bot. 62(1-2):31-38.
- GESTEL, C.A.M. & BRUMMELEN, T.C. 1996. Incorporation of the biomarker concept in ecotoxicology calls for a redefinition of terms. Ecotoxicology, 5(4):217-225.
- GODWIN, L.S. 2003. Hull fouling of maritime vessels as a pathway for marine species invasions to the Hawaiian Islands. Biofouling, 19(supplement):123-131.
- GOLLASCH, S. 2002. The importance of ship hull fouling as a vector of species introductions into the North Sea. Biofouling, 18(2):105-121.
- HERNÁNDEZ-ALCÁNTARA, P. & SOLÍS-WEISS, V. 1995. Algunas comunidades macrobentáticas asociadas al manglar (*Rhizophora mangle*) en laguna de Términos, Golfo de México. Rev. Biol. Trop. 43(1):117-129.
- INCLÁN, R.R. 1989. Ecología de la epibiosis en las raíces inmersas de *Rhizophora mangle* en Bahía de la Ascensión, Quintana Roo, México. Cienc. Mar. 15(1):1-20.
- JOHNSON, L.E. & CARLTON, J.T. 1996. Post-establishment spread in large-scale invasions: dispersal mechanisms of the zebra mussel *Dreissena polymorpha*. Ecology, 77(6):1686-1690.
- JONES, C., LAWTON, J. & SHACHAK, M. 1997. Positive and negative effects of organisms as physical ecosystems engineers. Ecology, 78(7):1946-1957.
- KATHIRESAN, K. & BINGHAM, B.L. 2001. Biology of mangroves and mangrove ecosystems. Adv. Mar. Biol. 40:81-251.
- KENNISH, M.J. 1994. Practical handbook of marine science. John Wiley & Sons Inc., New York, 562 p.
- KOCH, V. & WOLFF, M. 1996. The mangrove snail *Thais kiosquiformis* Duclos: A case of life history adaptation to an extreme environment. J. Shellfish Res. 15(2):421-432.
- KOENING, M.L., ESKINAZI-LEÇA, E., NEUMANN-LEITÃO, S. & MACÊDO, S.J. 2003. Impacts of the construction of the Port the Suape on phytoplankton in the Ipojuca river estuary (Pernambuco - Brazil). Braz. Arch. Biol. Technol. 46(1):73-81.
- LALANA-RUEDA, R. 1986. Fauna asociada a las raíces de *Rhizophora mangle* L., en la Laguna costera "El Ciego". Rev. Invest. Marinas, 7(3):55-65.
- LALANA-RUEDA, R., ALVARES-CONEZA, M., ORTÍZ, M., PÉREZ-MORENO, M. & VELEDO, T. 1985. Organismos asociados a las raíces de mangle *Rhizophora mangle*, en lagunas costeras y de cayos. Rev. Inv. Mar. 6(2-3):59-71.
- LALANA-RUEDA, R. & GOSSELK, F. 2007. Investigations of the benthos of mangrove coastal lagoons in southern Cuba. Int. Rev. Gesamten Hydrobiol. Hydrogr. 71(6):779-794.
- LALANA-RUEDA, R. & PÉREZ-MORENO, M. 1985. Estudio cualitativo y cuantitativo de la fauna asociada a las raíces de *Rhizophora mangle* en la cayería este de la Isla de la Juventud. Rev. Inv. Mar. 6(2-3):45-57.
- LEONEL, R.M.V., LOPES, S.G.B.C. & AVERSARI, M. 2002. Distribution of wood-boring bivalves in the Mamanguape River estuary, Paraíba, Brazil. J. Mar. Biol. Ass. U.K. 82(6):1039-1040.
- LOPES, S.G.B.C. & NARUCHI, W. 1993. A survey and distribution for *Teredinidae* (Mollusca: Bivalvia) at mangrove regions in Praia Dura, Ubatuba, São Paulo, Brazil. Bolm. Inst. Oceanogr. 41(1-2):29-38.
- MARCUS, E. 1955. Notas sobre briozos marinhos brasileiros. Arq. Mus. Nac. 42(1):273-341.
- MÁRQUEZ, B. & JIMÉNEZ, M. 2002. Moluscos asociados a las raíces sumergidas del mangle rojo *Rhizophora mangle*, en el Golfo de Santa Fe, Estado Sucre, Venezuela. Rev. Biol. Trop. 50(3-4):1101-1112.
- MAYAL, E.M., AFONSO, A., PINHEIRO, B.R. & OLIVEIRA, C. 2002. Corais (Scleractinia: Cnidaria) do Estado de Pernambuco. In Diagnóstico da biodiversidade de Pernambuco (M. Tabarelli & J.M.C. Silva, org.). Massangana, Recife, p. 369-374.
- MAZDA, Y., SATO, Y., SAWAMOTO, S., YOKOCHI, H. & WOLANSKI, E. 1990. Links between physical, chemical and biological processes in Bashita-minato, a mangrove swamp in Japan. Estuar. Coast. Mar. Sci. 31(6):817-833.
- MELLO, R.L.S. & TENÓRIO, D.O. 2000. A malacofauna. In Gerenciamento participativo de estuários e manguezais (H.M. Barros, E. Eskinazi-Leça, S.J. Macedo & T. Lima, eds.). Ed. Universitária, Recife, p. 103-118.
- MIENIS, H.K. 2004. New data concerning the presence of Lessepsian and other Indo-Pacific migrants among the molluscs in the Mediterranean Sea with emphasis on the situation in Israel. Turkish J. Aquat. Life, 2(2):117-131.
- MONNIOT, C. & MONNIOT, F. 1994. Additions to the inventory of eastern tropical Atlantic ascidians: arrival of cosmopolitan species. Bull. Mar. Sci. 54(1):71-93.
- MOREIRA, G.A.R., GÓMEZ, B.M., LEÓN, P.A.R., POZO, Y.P., CABRERA, G.R. & SUÁREZ, A.A.M. 2003. Variación de la composición y abundancia de macroalgas en el área protegida Laguna Guanaroca, Provincia de Cienfuegos, Cuba. Rev. Inv. Mar. 24(3):177-184.
- MÜLLER, A.C.P. & LANA, P.C. 1986. Teredinidae (Mollusca, Bivalvia) do litoral do Paraná, Brasil. Nerítica 1(3):1-147.
- MUNIZ, K., BARROS NETO, B., MACÊDO, S.J. & PINHEIRO FILHO, W.C. 2005. Hydrological impact of the port complex of Suape on the Ipojuca River (Pernambuco-Brazil). J. Coast. Res. 21(5):909-914.
- MUNIZ, M.P.A., OLIVEIRA, M.M. & BATALIA, J.F. 2000. Gastrópodes e bivalves bentónicos do infralitoral do Estado da Paraíba. Rev. Nord. Biol. 14(1-2):39-493.
- NEIMAN, Z. 1989. Era verde?: ecossistemas brasileiros ameaçados. 23 ed. Atual (Meio Ambiente), São Paulo.
- NEUMANN-LEITÃO, S., PARANAGUÁ, M.N. & VALENTIN, J.L. 1992. The planktonic rotifers of the estuarine lagunar complex of Suape (Pernambuco, Brazil). Hydrobiologia, 232(2):133-143.
- NEVES, C.S., ROCHA, R.M., PITOMBO, F.B. & ROPER, J.J. 2007. Use of artificial substrata by introduced and cryptogenic marine species in Paranaguá Bay, southern Brazil. Biofouling, 23(5):319-30.
- NISHIDA, A.K. & LEONEL, R.M.V. 1995. Occurrence, population dynamics and habitat characterization of *Mytella guyanensis* (Lamarck, 1819) (Mollusca, Bivalvia) in the Paraíba do Norte River Estuary. Bolm. Inst. Oceanogr. 43(1):41-49.
- NUNES, T.B. & ALMEIDA, V.G. 1979. Zonação vertical da fauna de raízes do mangue do rio Jacuruna, (Bahia – Brasil). Universitas, 24:19-24.
- OLIVEIRA, M.L.J., VIDAL-TORRADO, P., OTERO, J.L. & FERREIRA, J.R. 2007. Mercúrio total em solos de manguezais da Baixada Santista e Ilha do Cardoso, estado de São Paulo. Quím. Nova, 30(3):519-524.
- OTAZU-ABRILL, M.O., ARNALD, P.M. & THOMASSIN, B.A. 1995. Les mangroves du Pérou dans le contexte côtier du Pacifique Oriental: spécificités abiotiques et bionomiques. Annls. Inst. Océanogr. 71(1):45-65.
- PEREIRA-BARROS, J.B. 1987. Bibliografia comentada sobre o sururu *Mytila falcatula* e a bioecología do complexo estuarino Mundaú-Manguaba, AL. Parte I. Bol. Est. Ciênc. Mar (6):36-48.
- PERRY, D.M. 1988. Effects of associated fauna on growth and productivity in the red mangrove. Ecology, 69(4):1064-1075.
- PHILLIPS, A., LAMBERT, G., GRANGER, J.E. & STEINKE, T.D. 1996. Vertical zonation of epiphytic algae associated with *Avicennia marina* (Forssk.) Vierh. pneumatophores at Beechwood Mangroves Nature Reserve, Durban, South Africa. Bot. Mar. 39(2):167-175.
- PLAZIAT, J.C. 1984. Mollusk distribution in the mangal. In Hydrobiology of the mangal (F.D. Por & I. Dor, eds.). Dr. W. Junk Publ., Boston, p. 111-143.
- POR, F.D. 1984. The ecosystem of the mangal: general considerations. In Hydrobiology of the mangal (F.D. Por & I. Dor, eds.). Dr. W. Junk Publ., Boston, p. 1-14.
- POR, F.D., SHIMIZU, G.Y., PRADO-POR, M.S.A., LANSAC TÔHA, F.A. & OLIVEIRA, I.R. 1984. The blackwater river estuary of Rio Una do

- Prelado (São Paulo, Brasil): preliminary hydrobiological data. Rev. Hydrobiol. Trop. 17(3):245-265.
- PRESTON, A. & MOORE, P.G. 1988. The flora and fauna associated with *Cladophora albida* Kutz. from rockpools on Great Gambræ Island, Scotland. Ophelia, 29:169-186.
- PROCHES, S. & MARSHALL, D.J. 2002. Epiphytic algal cover and sediment deposition as determinants of arthropod distribution and abundance on mangrove pneumatophores. J. Mar. Biol. Ass. U.K. 82(2):937-942.
- REYES, R. & CAMPOS, N. 1992. Moluscos, anélidos y crustáceos asociados a las raíces de *Rhizophora mangle* Linnaeus, en la región de Santa Marta, Caribe colombiano. Caldasia, 17(1):133-148.
- RIBEIRO, S.M., OMENA, E.P. & MURICY, G. 2003. Macrofauna associated to *Mycale microsigmatosa* (Porifera, Demospongidae) in Rio de Janeiro State, SE Brazil. Estuar. Coast. Shelf Sci. 57(5-6):951-959.
- RINDERHAGEN, M., RITTERHOFF, J. & ZAUKE, G.P. 2000. Crustaceans as bioindicators. In Biomonitoring of polluted water: reviews on actual topics (A. Gerhardt, ed.). Trans Tech Publications; Environmental Research Forum, Uetikon, p. 161-194.
- RIOS, E.C. 1994. Seashells of Brazil. 2 ed. Fundação Universidade do Rio Grande, Rio Grande.
- RIVADENEYRA, R.I. 1989. Ecología de la epibiosis en las raíces inmersas de *Rhizophora mangle* en Bahía de la Ascensión, Quintana Roo, México. Cienc. Mar. 15(1):1-20.
- ROJAS, J.E. & SEVEREYN, H. 2000. Tasa de degradación de madera por el perforador de manglar *Psiloteredo healdi* (Bivalvia: Teredinidae) en el Lago de Maracaibo, Venezuela. Rev. Biol. Trop. 48(1):153-158.
- ROMERO-MURILLO, P.E. & POLANÍA, J. 2008. Sucesión temprana de la taxocenosis Mollusca-Annelida-Crustacea en raíces sumergidas de mangle rojo en San Andrés Isla, Caribe colombiano. Rev. Biol. Mar. Oceanogr. 43(1):63-74.
- ROSA-FILHO, J.S. & FARRAPEIRA-ASSUNÇÃO, C.M. 1998. Zonação vertical da macrofauna bentônica dos andares supra-litoral e médio-litoral dos manguezais da região da Ilha de Itamaracá (Pernambuco – Brasil). Cad. Ómega, Ser. Cienc. Aquat. (4):59-68.
- ROSS, P.M. & UNDERWOOD, A.J. 1997. The distribution and abundance of barnacles in a mangrove forest. Aust. J. Ecol. 22(1):37-47.
- RUESINK, J.L., LENIHAN, H.S., TRIMBLE, A.C., HEIMAN, K.W., FIORENZA, M., BYERS, J.E. & KAY, M.C. 2005. Introduction of non-native oysters: ecosystem effects and restoration implications. Annu. Rev. Ecol. Syst. 36:643-89.
- RUIZ, G.M., CARLTON, J.T., GROSHOLZ, E.D. & HINES, A.H. 1997. Global invasions of marine and estuarine habitats by non-indigenous species: mechanisms, extent, and consequences. Am. Zool. 37(6):619-630.
- SANTOS-FILHO, C., TAGLIARO, C.H. & BEASLEY, C.R. 2008. Seasonal abundance of the shipworm *Neoteredo reynei* (Bivalvia, Teredinidae) in mangrove driftwood from a northern Brazilian beach. Iheringia, Sér. Zool. 98(1):17-23.
- SCHAFFER-NOVELLI, Y., COELHO Jr., C. & TOGNELLA-DE-ROSA, M. 2004. Manguezais. Ática, São Paulo. Coleção "Investigando o Meio Ambiente".
- SILVA, A.P., NEUMANN-LEITÃO, S., SCHWAMBORN, R., GUSMÃO, L.M.O. & SILVA, T.A. 2004. Mesozooplankton of an impacted bay in Northeastern Brazil. Braz. Arch. Biol. Technol. 47(3):485-493.
- SILVA, J.S.V., FERNANDES, F.C., LARSEN, K.T.S. & SOUZA, R.C.C.L. 2002. Água de lastro. Cienc. Hoje, 32(188):38-43.
- SILVA-BRUM, I.N. & ABSALÃO, R.S. 1989. Vertical distribution of barnacles of the intertidal rocky shores of Guanabara Bay, RJ, Brazil. In Coastlines of Brazil (C. Neves, ed.). American Society of Civil Engineers, New York, p. 139-153.
- SILVA-BRUM, I.N. & MARTINS, E.M.P. 1997. Seasonal variation of the intertidal community of Balanomorpha of Guanabara Bay, Rio de Janeiro, Brazil (Crustacea Cirripedia). Rev. Bras. Biol. 57(2):275-288.
- SOUSA, E.C., CALADO, T.C.S. & GUIMARÃES, K.M.C. 1998. Aspectos ecológicos dos Crustacea Decapoda habitantes de troncos no complexo estuarino-lagunar Mundaú/Manguaba- Alagoas. Trab. Oceanogr. Univ. Fed. Pe. 26(1):117-122.
- SOUZA, M.M.A. & SAMPAIO, E.V.B. 2001. Variação temporal da estrutura dos bosques de mangue de Suape - PE após a construção do porto. Acta Bot. Bras. 15(1):1-12.
- STORK, N.E., SAMWAYS, M.J. & EEELEY, H.A.C. 1996. Inventorying and monitoring biodiversity. Trends Ecol. Evol. 11(1):39-40.
- Complexo Industrial e Portuário - SUAPE. 2007. Estrutura portuária. Complexo Industrial e Portuário- SUAPE; Secretaria de Desenvolvimento Econômico de Pernambuco, Cabo de Santo Agostinho.
- SUTHERLAND, J.P. 1980. Dynamics of the epibenthic community on roots of the mangrove *Rhizophora mangle*, at Bahia de Buche, Venezuela. Mar. Biol. 58(1):74-84.
- TAYLOR, P.D. & WILSON, M.A. 2003. Palaeoecology and evolution of marine hard substrate communities. Earth Sci. Rev. 62:1-103.
- TENÓRIO, D.O. 1977. Comentários sobre a distribuição dos Mytilidae na costa brasileira (Mollusca, Bivalvia). Cad. Ómega, 1(2):24-33.
- TENÓRIO, D.O., SANTOS, M.A.C. & SANTOS, W.S. 2000. Biodiversidade bêntica do Canal de Santa Cruz – Itamaracá – Pernambuco, Brasil. In MANGROVE 2000 - Sustentabilidade de Estuários e Manguezais: Desafios e perspectivas, 22 a 28 de maio de 2000. Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, p. 1-10.
- VANNUCCI, M. 2002. Os manguezais e nós: uma síntese de percepções. 2 ed. EDUSP, São Paulo.
- VIEIRA, L.M., MIGOTTO, A.E. & WINSTON, J.E. 2008. Synopsis and annotated checklist of recent marine Bryozoa from Brazil. Zootaxa, 1810:1-39.
- VILLAFRANCA, S. & JIMÉNEZ, M. 2006. Comunidad de moluscos asociados al mejillón verde *Perna viridis* (Mollusca: Bivalvia) y sus relaciones tróficas en la costa norte de la Península de Araya, Estado Sucre, Venezuela. Rev. Biol. Trop. 54(3):135-144.
- VILARDY, S. & POLANÍA, J. 2002. Mollusc fauna of the mangrove root fouling community at the Colombian Archipelago of San Andrés and Old Providence. Wetlands Ecol. Manag. 10(3):273-282.
- WALLENTINUS, I. & NYBERG, C.D. 2007. Introduced marine organisms as habitat modifiers. Mar. Pollut. Bull. 55(7-9):323-332.
- WINSTON, J.E. 1977. Distribution and ecology of estuarine ectoprocts: a critical review. Chesapeake Sci. 18(1):34-57.
- WINSTON, J.E. 1982. Marine bryozoans (Ectoprocta) of the Indian River area, Florida. Bull. Am. Mus. Natl. Hist. 173:99-176.
- WONHAM, M.J., WALTON, W.C., RUIZ, G.M., FRESE, A.M. & GALIL, B. 2001. Going to the source: role of the invasion pathway in determining potential invaders. Mar. Ecol. Progr. Ser. 215(1):1-12.
- YOKOYA, N.S., PLASTINO, E.M., BRAGA, M.A., FUJII, M.T., CORDEIRO, M., ESTON, R. & HARARI, J. 1999. Temporal and spatial variations in the structure of macroalgal communities associated with mangrove trees of Ilha do Cardoso, São Paulo state, Brazil. Rev. Bras. Bot. 22(2):195-204.
- ZVYAGINTSEV, A.Y. 2003. Introduction of species into the Northwestern Sea of Japan and the problem of marine fouling. Russian J. Mar. Biol. 29(1): S10-S21.

Recibido en 13/09/08

Versión revisada recibida en 16/12/09

Publicado en 05/02/09