

## Moluscos asociados a las raíces sumergidas del mangle rojo *Rhizophora mangle*, en el Golfo de Santa Fe, Estado Sucre, Venezuela

B. Márquez y M. Jiménez

Instituto Oceanográfico de Venezuela. Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela. Tel.: (5893) 4302412, Fax: (5893) 4302243; brightdoom@hotmail.com

Recibido 24-IV-2001. Corregido 29-X-2001. Aceptado 26-VII-2002.

**Abstract:** A qualitative and quantitative monthly study of the mollusks community associated to the submerged roots of the red mangrove, *Rhizophora mangle* (L.), between October of 1998 and September of 1999, in six stations of the Gulf of Santa Fe, (Sucre State, Venezuela). Were collected 4 704 specimens, 45 species of mollusks were identified (22 gastropods, 15 bivalves and 8 chitons). The most abundant species were: *Crassostrea rhizophorae*, *Isognomon bicolor*, *I. alatus* and *Brachidontes exustus*. The highest values in diversity and evenness, and the smallest dominant values, were in the stations three and four, while the opposed happened in the stations one and two. The analysis of likeness showed that in the first five stations the space variations in the composition of the community are bigger than the temporary variations, while in the station six the temporary differences prevail. They were factors that could be important to determine the structure of the community, as vicinity to other ecosystems and/or specific biological aspects of the species like adaptations to fluctuating conditions, nutritious habits and migration in search of shady and protected atmospheres.

**Key words:** mollusks, mangrove, *Rhizophora mangle*, associate fauna, Santa Fe gulf.

Dentro de las comunidades marinas, los manglares representan uno de los ecosistemas tropicales más productivos, ya que conforman subsistemas importantes en estuarios, bahías y lagunas costeras. Desde el punto de vista ecológico, los manglares tienen una notable importancia, por ser áreas tranquilas, de fondos someros, con elevada productividad, que constituyen escenarios predilectos para el manejo sostenible de una gran diversidad de especies; muchas de ellas necesitan de un sustrato sólido para fijarse, como es el caso de los moluscos, principalmente los bivalvos, los cuales se establecen en poblaciones densas, formando racimos y creando microhabitats que permiten el desarrollo y protección de una gran diversidad de organismos.

La mayoría de los estudios sobre moluscos asociados a manglar han sido realizados en función al grupo de los bivalvos, ya que estos,

representan un gran interés desde el punto de vista económico y alimentario. Aquellos llevados a cabo en las costas africanas reportan más de 48 especies de bivalvos, los de la costa oeste americana 11 especies, para la costa sudeste norteamericana 10 especies, y para el Caribe y costa nordeste de América del Sur 37 especies (Morton 1983).

Numerosos trabajos hacen referencia a la fauna asociada a las raíces de mangle en diferentes partes del mundo, entre estos se pueden citar los trabajos de Anónimo (1969) quien clasificó los diversos biotopos dentro de la comunidad de manglares de acuerdo a sus componentes faunísticos y florísticos dominantes; Coomans (1969) estudió algunos aspectos biológicos de los moluscos asociados al mangle en las Indias Occidentales; Inclán (1989) realizó un trabajo sobre la ecología de la epibiosis en las raíces sumergidas de *Rhizophora*

*mangle*, en la bahía de la Ascensión, México; Lalana *et al.* (1985), Lalana (1986) y Lalana y Ortiz (1992) estudiaron la fauna asociada a mangles en las lagunas costeras de Cuba; Castaing *et al.* (1980) realizaron algunas observaciones sobre la ecología de manglares de la costa pacífica de Costa Rica y su relación con la distribución de *Geloina inflata*; Victoria y Pérez (1979), Anónimo (1980) y Reyes y Campos (1992a, b) analizaron los macroinvertebrados colonizadores de raíces de *R. mangle* en el Caribe colombiano.

En Venezuela, son pocas las investigaciones en las zonas de manglares encontrándose la de Rodríguez (1963) quien estudió las comunidades estuarinas en el Lago de Maracaibo; Flores (1968) describió la importancia ecológica y económica de los manglares venezolanos; Sutherland (1980) utilizó láminas de asbesto como sustrato para estudiar la dinámica de la comunidad epibéntica en las raíces del mangle rojo en la bahía de Buche y Pannier (1983) caracterizó los manglares de las principales zonas costeras del país. En el Oriente venezolano se encuentran solamente los trabajos de Morao (1983) quien analizó la diversidad y fauna de moluscos y crustáceos asociada a las raíces de mangle en la Laguna de la Restinga, Estado de Nueva Esparta; Ordosgoitti (1985) estudió la epifauna en raíces sumergidas del mangle *R. mangle* en la Bahía de Mochima, Estado Sucre; Anónimo (1986) estudió la dis-

tribución y fauna asociada del oriente del país y enfatizó sobre la importancia de las raíces de mangle como sustrato para los organismos.

Debido a las pocas investigaciones en las zonas de manglares en el oriente del país y en especial en el Golfo de Santa Fe, es importante conocer las comunidades de moluscos asociadas a las raíces del mangle rojo *R. mangle*, así como la determinación de los siguientes parámetros comunitarios: abundancia, diversidad de especies, equitabilidad, dominancia y constancia de especies.

## MATERIALES Y MÉTODOS

**Sitio de estudio:** El Golfo de Santa Fe se encuentra localizado al sur de la Fosa de Cariaco; forma parte del Parque Nacional Mochima, Estado Sucre, Venezuela, entre los 10° 17' 47" N y 64° 22' 40" O (Fig. 1); ocupa un área de 32 km<sup>2</sup>, con 4.2 km de ancho en la boca y 9.3 km de largo, presentando forma similar a una V (Okuda 1975).

Las condiciones hidrográficas dependen de la intensidad de la surgencia característica de la zona de estudio, la cual está estrechamente relacionada con el régimen de los vientos alisios existiendo tres períodos de distinta magnitud de la surgencia durante el año. En primer lugar, un período comprendido entre el mes de enero y abril (o mayo) con intensidad fuerte acompañado de baja temperatura, bajo oxígeno y alta concentración de nutrientes; el segundo entre los meses de junio y agosto, con intensidad moderada predominando el agua subtropical; y el tercero, en los meses entre septiembre y noviembre, correspondiendo a la época de menor intensidad de los vientos, con alta temperatura, alto oxígeno y bajo contenido de nutrientes (Okuda 1975).

Se establecieron seis estaciones; la estación uno y la estación dos, ubicadas en la costa norte, las cuales se encuentran bordeadas por abundantes extensiones de *R. mangle*, además de formaciones coralinas que crecen delante de fondos someros poblados de *Thalassia testudinum* hacia la playa. Las estaciones



Fig. 1. Área de estudio, donde se ubican las estaciones de muestreo.

Fig. 1. Study area with sampling stations.

tres y cuatro se localizan en el saco del Golfo, bordeadas por completo de mangle rojo *R. mangle*, con una extensión aproximada de 1 km de longitud con árboles entre 3-5 m de altura, estas estaciones reciben aporte de agua dulce del río Yaguaracual. La estación cinco y la estación seis son ensenadas ubicadas en la costa sur, la primera se encuentra bordeada por parches dispersos de manglares, mientras que en la estación seis se desarrolla un bosque de manglar, de unos 400 a 500 m aproximadamente de línea de costa, esta última de substrato fangoso, ya que hacia el oeste desemboca el principal río de la región (río Santa Fe).

**Método de estudio:** Los muestreos se realizaron de octubre 1998 a septiembre 1999. En cada estación se escogieron al azar dos raíces del mangle rojo *R. mangle*, se introdujeron en bolsas de polietileno transparente, cuidando en lo posible que penetrara la menor cantidad de agua. Se subió la bolsa hasta fuera del agua y se procedió a raspar la raíz con un cuchillo; finalmente se rotularon y se cerraron las bolsas con una banda de goma, se transportaron al laboratorio y se almacenaron en frío hasta su posterior análisis.

Una vez en el laboratorio, se procedió a separar los moluscos del resto de los táxones y se preservaron en alcohol al 70%. Para la identificación hasta especie se emplearon claves especializadas, para los bivalvos y gasterópodos Abbott (1968, 1974), Warmke y Abbott (1975), Díaz y Puyana (1994), Abbott y Morris (1995), Lodeiros *et al.* (1999) y para los polyplacóforos las de Bullock *et al.* (1994), Bullock y Franz (1994) y Díaz y Puyana (1994).

En cada estación y durante los doce meses de muestreo se midieron algunos parámetros fisicoquímicos tales como la temperatura superficial del agua, la salinidad y el contenido de oxígeno disuelto siguiendo el método de Winkler (Strickland y Parson 1972).

Con el fin de comparar y caracterizar la comunidad de moluscos en cada una de las estaciones a partir del número de individuos por especie colectados en las raíces de mangle, se calcularon los índices de diversidad de Shan-

non-Wiener (1963), equitabilidad de Loyd y Ghelardi (1964) y constancia por Balogh (1958) y Bodenheiner (1965), dominancia por Mc Naughton (1968) y similaridad de Jaccard (1902 *in* Krebs 1989). Posteriormente se elaboró un dendrograma por afinidad, mediante el análisis de conglomerado por el método de centroides.

El tratamiento estadístico de los datos se hizo mediante un análisis de varianza doble con réplica, previa transformación de los datos a  $(\log + 1)$ , en función de cumplir con las suposiciones de normalidad y homogeneidad de varianzas, para ver si existían diferencias entre la abundancia y el número de especies por mes y por estación. En aquellos casos donde existieron diferencias significativas se aplicó la prueba *a posteriori* de Duncan (Sokal y Rohlf 1981, Steel y Torrie 1985).

## RESULTADOS

En la (Fig. 2) se observan los valores de los parámetros fisicoquímicos del agua, medidos durante el período de estudio en las diferentes estaciones.

La temperatura del agua se mantuvo con poca variación entre las estaciones, registrándose las temperaturas más bajas desde mediados de diciembre de 1998 hasta finales de enero de 1999 (23-24°C), coincidiendo con el primer mes del período de mayor intensidad de la surgencia; por otra parte, las máximas temperaturas (29-32°C) acontecieron entre julio y septiembre de 1999 para todas las estaciones (Fig. 2A).

La salinidad del agua presentó cambios considerables entre las estaciones. La estación seis fue la que mostró los valores más bajos durante todo el período de estudio, llegando hasta 7‰. Los valores más altos acontecieron en el mes de enero de 1999 para todas las estaciones, registrándose valores entre 32-40‰, coincidiendo con la época de mayor intensidad de la surgencia. Los valores más bajos, en todas las estaciones se observaron en septiembre, correspondiendo con la época de fuerte intensidad de lluvia (Fig. 2B).

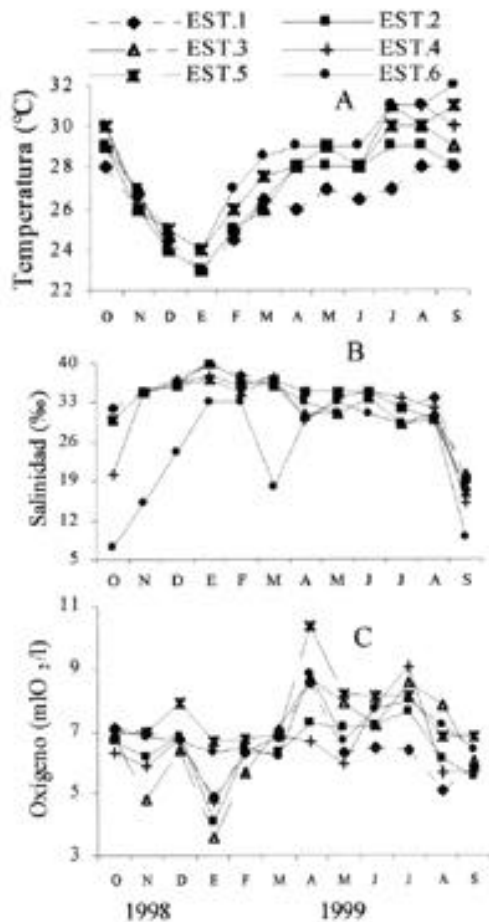


Fig. 2. Variación mensual y por estación de (A) la temperatura (°C), (B) la salinidad (‰) y (C) oxígeno disuelto (mlO<sub>2</sub>/l) en el agua del Golfo de Santa Fe, Venezuela.

Fig. 2. Monthly variation by station of (A) temperature (°C), (B) salinity (‰) and (C) dissolved oxygen (mlO<sub>2</sub>/l) in seawater of Gulf of Santa Fe, Venezuela.

El contenido de oxígeno disuelto en el agua fluctuó entre 10.3 mlO<sub>2</sub>/l y 3.58 mlO<sub>2</sub>/l (en la estación cinco en abril de 1999 y en la estación cuatro en enero de 1999, respectivamente). Los valores más bajos, para todas las estaciones, acontecieron en el mes de enero de 1999, mientras que los valores más altos se registraron entre abril y julio de 1999 para todas las estaciones (Fig. 2C).

Se estudiaron un total de 144 raíces, colectándose 4 704 especímenes de moluscos perte-

necientes a 45 especies, representadas en tres clases: Gastropoda, Bivalvia y Polyplacophora. En Cuadro 1 se presenta la lista de las especies halladas y su abundancia cuantificada para las seis estaciones, además de los valores totales por estación de los índices de diversidad y equitabilidad. La clase gástrópoda fue el taxón dominante (22 especies), seguida por la clase bivalvia (15 especies) y 8 especies para la clase polyplacófora.

La mayor abundancia de moluscos se obtuvo en los meses de febrero (678 individuos), seguida de mayo (574 indiv.) y julio de 1999 (557 indiv.), con una riqueza específica de 22, 24 y 22 especies respectivamente. Los valores más bajos correspondieron a los meses de diciembre de 1998 (173 indiv.) y septiembre de 1999 (148 indiv.), con 14 y 17 especies, respectivamente (Fig. 3).

Los valores de abundancia total por estación fluctuaron entre 76 y 2 204 indiv., presentando la mayor abundancia la estación dos (2 204 indiv.), seguida por la estación uno (1 426 indiv.), colectándose 37 y 31 especies en cada una de ellas. Las estaciones que presentaron los valores más bajos fueron la cuatro y la seis (con 109 y 76 indiv, respectivamente), representadas por 10 y 15 especies cada una. Durante todos los muestreos la estación seis se

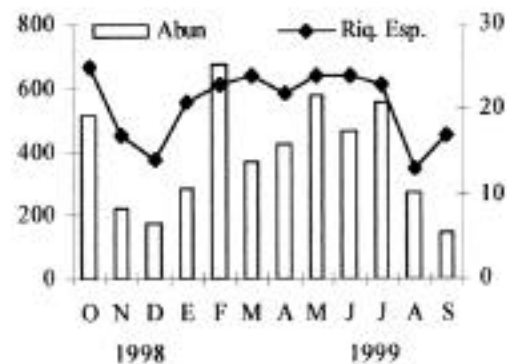


Fig. 3. Variación mensual de la abundancia numérica (Nº ind) y riqueza específica de los moluscos, en las raíces del mangle, en el Golfo de Santa Fe, Venezuela.

Fig. 3. Monthly variation of the numeric abundance (Nº ind) and specific richness of mollusks, in the roots of mangrove, in Gulf of Santa Fe, Venezuela.

caracterizó por presentar el menor número de individuos y de especies que las estaciones de la zona norte, por la gran influencia del Río Santa Fe (Cuadro 1).

Los resultados del análisis de varianza doble con réplicas, demostraron que existen diferencias altamente significativas en la abundancia total con respecto a los doce meses de estudio ( $F_s = 8.854$ ;  $p < 0.001$ ) (Fig. 3) y las seis estaciones analizadas ( $F_s = 58.944$ ;  $p < 0.001$ ) (Cuadro 1), igualmente se observó una interacción significativa entre los meses y estaciones ( $F_s = 4.575$ ;  $p < 0.001$ ).

Al aplicar sobre estos resultados una prueba *a posteriori* de Duncan, se encontró que existen cuatro grupos entre las doce medias comparadas de todos los meses: diciembre 1998, septiembre y enero de 1999 forman un solo grupo, con las medias más bajas. Los meses de enero y marzo de 1999 forman el segundo grupo de medias más bajas. El tercer grupo lo forman noviembre de 1998, marzo, abril y junio de 1999, y el cuarto grupo octubre y noviembre de 1998 y febrero, abril y junio de 1999 con las medias más altas.

Con respecto a la comparación de medias de las seis estaciones analizadas se encontró que existen cinco grupos: las estaciones seis, tres y cuatro forman un primer grupo, con las medias más bajas; las estaciones cinco, dos y uno forman tres grupos separados. La estación dos forma el quinto grupo con los valores más altos de abundancia.

De las especies de moluscos identificadas, cinco fueron comunes a las seis estaciones, *Brachidontes exustus*, *Crassostrea rhizophorae*, *Pinctada imbricata*, *Isognomon alatus* y *Ryenella lateralis*; ésta última se destacó por su baja abundancia en todas las estaciones. En la estación seis, estas especies se caracterizaron por presentar bajo número de individuos y por no estar presentes en todos los muestreos.

La diversidad mensual osciló entre (2.722-3.193 bits/ind), presentando los mayores valores los meses de enero (3.193 bits/ind), abril (3.173 bits/ind) y marzo de 1999 (3.155 bits/ind). Los valores más bajos se registraron desde julio a septiembre de 1999. Los valores

de equitabilidad mensual fluctuaron entre un valor mínimo de 0.614 y un máximo de 0.811, correspondiendo los máximos a los meses de noviembre (0.754) y diciembre de 1998 (0.811), y los mínimos a octubre de 1998 y julio de 1999 con (0.612) y (0.614), respectivamente (Fig. 4).

Los mayores valores de diversidad de especies se presentaron en las estaciones tres y cuatro (3.297 bits/ind y 3.188 bits/ind, respectivamente) y las estaciones que obtuvieron los valores más bajos, fueron la uno (2.910 bits/ind) y la seis (2.762 bits/ind) (Cuadro 1). En cuanto a la diversidad por clase, los bivalvos presentaron los mayores valores (2.831 bits/ind), seguido por los polyplacóforos (2.547 bits/ind), y por último los gastrópodos con 2.207 bits/ind.

No obstante, los valores de equitabilidad por estación oscilaron entre (0.57 y 0.83), correspondiendo los valores más altos a las estaciones seis, cuatro y tres con 0.83, 0.81, 0.77 respectivamente. Los valores más bajos se obtuvieron en las estaciones uno y dos con valores de 0.58 y 0.57 respectivamente (Cuadro 1).

Las especies dominantes durante el período de estudio fueron *C. rhizophorae* con 1 102 individuos, la cual representó el 44.50% del

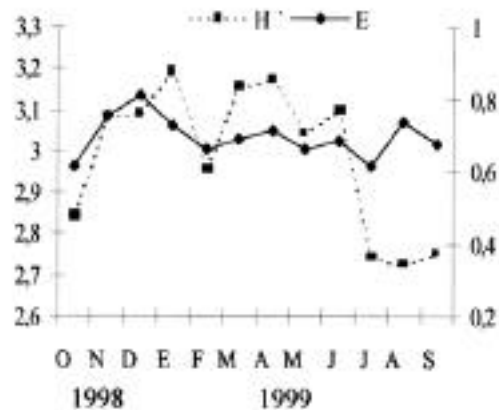


Fig. 4. Diversidad y equitabilidad mensual de Shannon-Wiener (bits/ind) de los moluscos, en las raíces de mangle, en el Golfo de Santa Fe, Venezuela.

Fig. 4. Shannon-Wiener diversity (bits/ind) and monthly equitability of mollusks, in mangrove roots, in Gulf of Santa Fe, Venezuela.

CUADRO 1

Abundancia (N° ind), diversidad (bits/ind) y equitabilidad de los moluscos asociados a las raíces de *Rhizophora mangle* en las seis estaciones estudiadas en el Golfo de Santa Fe, Venezuela

TABLE 1

Abundance (N° ind), diversity (bits/ind) and evenness of the mollusks associated to the roots of *Rhizophora mangle* in six stations studied in the Gulf Santa Fe, Venezuela

|                                 | Estación 1 | Estación 2 | Estación 3 | Estación 4 | Estación 5 | Estación 6 |
|---------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| <i>Anomia ephippium</i>         | 6          | 56         | 6          | 0          | 15         | 0          |
| <i>Brachidontes exustus</i>     | 352        | 371        | 24         | 23         | 57         | 27         |
| <i>B. domingensis</i>           | 11         | 0          | 4          | 0          | 0          | 0          |
| <i>Crassostrea rhizophorae</i>  | 156        | 765        | 34         | 41         | 106        | 10         |
| <i>Pinctada imbricata</i>       | 59         | 46         | 8          | 6          | 6          | 2          |
| <i>Pteria colymbus</i>          | 9          | 10         | 0          | 0          | 0          | 0          |
| <i>Ryenella lateralis</i>       | 6          | 6          | 2          | 10         | 4          | 2          |
| <i>Isognomon alatus</i>         | 61         | 190        | 54         | 16         | 14         | 4          |
| <i>I. bicolor</i>               | 498        | 364        | 31         | 0          | 102        | 10         |
| <i>Chama macerophylla</i>       | 18         | 39         | 16         | 1          | 13         | 0          |
| <i>Arca imbricata</i>           | 0          | 5          | 0          | 0          | 0          | 0          |
| <i>A. zebra</i>                 | 0          | 9          | 0          | 0          | 1          | 0          |
| <i>Ostrea equestri</i>          | 72         | 74         | 5          | 6          | 144        | 0          |
| <i>Lithophaga aristata</i>      | 86         | 76         | 3          | 0          | 24         | 0          |
| <i>L. bisulcata</i>             | 2          | 1          | 2          | 0          | 0          | 0          |
| <i>Littorina angulifera</i>     | 3          | 8          | 0          | 1          | 8          | 1          |
| <i>L. meleagris</i>             | 106        | 94         | 24         | 1          | 73         | 0          |
| <i>L. ziczac</i>                | 5          | 4          | 0          | 0          | 8          | 2          |
| <i>L. nebulosa</i>              | 2          | 2          | 0          | 0          | 8          | 0          |
| <i>Cymatium pileare</i>         | 3          | 16         | 0          | 0          | 1          | 0          |
| <i>C. parthenopeum</i>          | 3          | 14         | 1          | 0          | 1          | 0          |
| <i>C. muricinum</i>             | 1          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          |
| <i>Anachis obesa</i>            | 0          | 0          | 1          | 22         | 6          | 9          |
| <i>A. sparsa</i>                | 0          | 0          | 0          | 10         | 0          | 0          |
| <i>Hemitoma octoradiata</i>     | 4          | 2          | 1          | 0          | 0          | 0          |
| <i>Triphora modesta</i>         | 0          | 0          | 0          | 1          | 0          | 0          |
| <i>Acmaea antillarum</i>        | 0          | 0          | 0          | 1          | 4          | 0          |
| <i>Cerithium lutosum</i>        | 0          | 0          | 0          | 3          | 0          | 0          |
| <i>Mitrella lunata</i>          | 0          | 0          | 0          | 4          | 0          | 0          |
| <i>Diodora listeri</i>          | 0          | 1          | 0          | 0          | 0          | 0          |
| <i>D. cayensis</i>              | 1          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          |
| <i>D. minuta</i>                | 1          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          |
| <i>D. sayi</i>                  | 0          | 2          | 0          | 0          | 0          | 0          |
| <i>Barbatia candida</i>         | 0          | 3          | 1          | 0          | 0          | 0          |
| <i>Codakia orbicularis</i>      | 3          | 1          | 0          | 0          | 0          | 5          |
| <i>Fisurrella nimbose</i>       | 0          | 1          | 0          | 0          | 0          | 0          |
| <i>Emarginula pumila</i>        | 0          | 3          | 0          | 0          | 0          | 0          |
| <i>Acanthochitona pygmaea</i>   | 2          | 7          | 1          | 0          | 0          | 0          |
| <i>A. balesae</i>               | 1          | 1          | 0          | 0          | 0          | 0          |
| <i>A. rhodea</i>                | 0          | 3          | 0          | 0          | 0          | 0          |
| <i>Chaetopleura janeirensis</i> | 0          | 3          | 0          | 0          | 0          | 0          |
| <i>Chaetopleura sp.</i>         | 0          | 5          | 0          | 0          | 0          | 0          |
| <i>Ischnochiton striolatus</i>  | 1          | 5          | 0          | 0          | 0          | 0          |
| <i>Lepidochitona liozonis</i>   | 0          | 1          | 0          | 0          | 0          | 0          |
| <i>Chiton tuberculatus</i>      | 1          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          |
| Total individuos                | 1473       | 2204       | 227        | 109        | 597        | 76         |
| Total especies                  | 31         | 37         | 19         | 15         | 19         | 10         |
| Diversidad                      | 2.910      | 3.007      | 3.297      | 3.188      | 3.135      | 2.762      |
| Equitabilidad                   | 0.587      | 0.577      | 0.776      | 0.816      | 0.738      | 0.831      |

total de los bivalvos, estando presente durante todo el período de estudio. Los valores más altos de abundancia se registraron en los meses de octubre de 1998 y febrero de 1999, en las estaciones dos y cinco; seguida por *Isognomon bicolor* (37.30%), con mayor abundancia entre los meses de abril y julio de 1999, en las estaciones uno y dos. En tercer lugar, *Brachidontes exustus* (24.59%), con mayor abundancia

los meses de mayo y julio de 1999 y los mínimos en diciembre de 1998 y enero de 1999. Esta última especie fue muy abundante en las estaciones uno, dos, cuatro y seis.

De las 45 especies identificadas, 15 resultaron constantes, presentándose cuatro de éstas, *B. exustus*, *C. rhizophorae*, *M. lateralis* y *I. alatus* en el 100% de las raíces muestreadas. Se registraron 12 especies accesorias, de las cuales *Arca zebra*, *Lithophaga bisulcata*, *Codakia orbicularis*, *Hemitoma octoradiata*, *Littorina nebulosa*, *Cymatium pileare* y *Acanthochitona pygmaea*, se presentaron en un 50% de los muestreos. Dieciocho especies accidentales se presentaron en un porcentaje menor al 25%.

En el dendrograma (Fig. 5) se observó la formación de dos grupos, uno donde se asociaron las cinco primeras estaciones, donde a su vez las estaciones tres y cinco mostraron el máximo grado de asociación (0.5), seguida por las estaciones uno y dos (2.5). El segundo grupo lo constituyó solamente la estación seis, indicando la gran importancia de las diferencias entre estaciones.

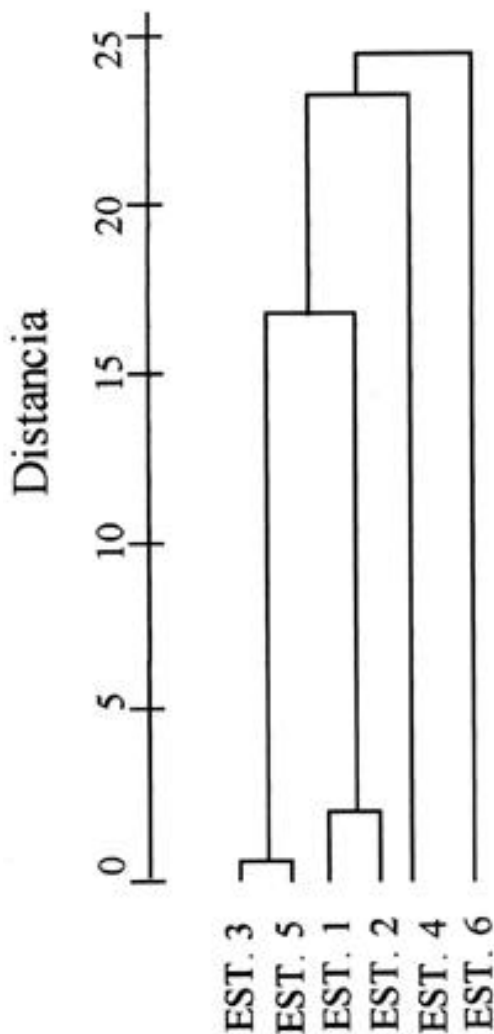


Fig. 5.- Dendrograma de similaridad entre las seis estaciones muestreadas (método de centroides).

Fig. 5. - Similarity dendrogram among the six sample stations (centroids method).

## DISCUSIÓN

Las mayores diferencias en composición de la comunidad de moluscos estuvieron relacionadas con las características particulares y diferentes de las estaciones uno, dos, tres y cuatro en comparación con la estación seis, que con las fluctuaciones temporales dentro de cada estación en particular.

El número de especies de moluscos (45) asociados a las raíces de mangle en el Golfo de Santa Fe fue elevado, en comparación con otros trabajos reportados para estos ecosistemas, tanto en Venezuela como en otras zonas del Caribe. En la costa Nororiental de Venezuela, Morao (1983) reportó 22 especies de moluscos y Ordosgoitti (1985) identificó 31 especies. En otras áreas del Caribe como Cuba, Lalana *et al.* (1985) registraron 14 especies para los manglares lagunares y 23 especies para los manglares de cayos; en el Caribe colombiano, Victoria y Pérez (1979) identificaron 19

especies y Reyes y Campos (1992 a) reportaron 15 especies.

Estos valores altos con respecto a los datos de diferentes áreas del Caribe y otras regiones de Venezuela, pueden deberse a las características de este golfo en particular, la cual presenta una gran variedad de ambientes que propician la existencia de una diversidad de nichos (arenosos, areno-fangosos, fangosos, formaciones coralinas y rocosas) además, el golfo constituye una zona de refugio y protección para el crecimiento de juveniles de muchas especies, aunque comparar número de especies entre distintos estudios, diferentes áreas y comunidades no es muy recomendable por la diversidad de metodologías consideradas.

Jackson (1972) señala que la diversidad de moluscos está asociada con la variación de ciertos factores ambientales, como la temperatura, turbidez, salinidad, pH del agua, granulometría y materia orgánica del sedimento. Prieto (1983) expresa que la distribución de comunidades de moluscos en las áreas costeras de Venezuela está relacionada con un conjunto de factores bióticos y físico-estructurales.

La dominancia de especies es otro factor que incide en la diversidad. En el Golfo de Santa Fe, la dominancia de los bivalvos *C. rhizophorae*, *B. exustus* y *I. bicolor*, influyó en la distribución no equitativa de las mismas, lo cual concuerda con lo señalado por Margalef (1995) quien expresa que si existe en una comunidad, una especie dominante en número sobre otra, las diversidades son bajas, como se observó claramente en las estaciones uno y dos.

Las estaciones uno y dos se caracterizan por presentar un elevado número de especies y un número relativamente alto de individuos, lo que refleja valores de diversidad relativamente bajos. Sin embargo, en estas estaciones se evidencia un aprovechamiento máximo del espacio por parte de muchas especies, lo que sugiere a la vez mayor cantidad de interacciones entre especies (Margalef 1968). Estas interacciones no sólo se presentarían entre organismos típicos del manglar, sino con especies provenientes de ecosistemas vecinos, tales como praderas de fanerógamas y arrecifes de coral.

Dichas interacciones se manifiestan en el aporte de larvas o en el uso de las raíces de mangle por parte de juveniles y/o adultos en algún período de su ciclo de vida. Por otro lado, al existir un mayor número de especies en las raíces de mangle, existe mayor complejidad estructural o heterogeneidad del hábitat, lo que a su vez ofrece mayor variedad de microhábitats potencialmente disponibles y por lo tanto más especies que en hábitats más homogéneos (Hair 1987, Pianka 1982).

La menor variabilidad del índice de equitabilidad en las estaciones uno y dos se explica, como ya se mencionó anteriormente, por la dominancia de tres especies y en parte por las condiciones ambientales más estables y la existencia de más microhábitats, lo que facilita el desarrollo exitoso de las especies simultáneamente.

Estas estaciones presentaron un alto grado de afinidad, corroborando la influencia que tienen los ecosistemas vecinos, ya que estas dos estaciones se encuentran junto a praderas de fanerógamas y parches de coral.

Las estaciones tres y cinco, presentaron los valores más altos de diversidad, a pesar de haberse encontrado valores relativamente bajos de abundancia. Sin embargo, se encontró igual número de especies (19), de las cuales 14 se hallaron en las dos estaciones, siendo esto corroborado con el mayor grado de afinidad (0.5). Esta gran afinidad pudiera estar relacionada con las condiciones ambientales estables (temperatura, salinidad, oxígeno, etc.) que reinan en estas estaciones, unido a las características comunes en cuanto a condiciones del sedimento (areno-fangoso) y a la abundancia y distribución del mangle rojo.

La estación seis presentó el menor número de especies y un elevado número de individuos, tal como lo mostraron los valores bajos de diversidad. Este comportamiento es típico de áreas donde las condiciones ambientales fluctúan ampliamente (Palacios 1983, Lalana *et al.* 1985). Esta estación está ubicada cerca de la desembocadura del Río Santa Fe, registrándose grandes fluctuaciones en la salinidad del agua, principalmente para finales del



período de estudio (agosto – septiembre 1999), trayendo como consecuencia una gran descarga de materia orgánica y gran acumulación de sedimento, ocasionando a su vez turbidez del agua, unido a factores de oxido-reducción que cambian el pH, por lo que es de esperarse baja diversidad de moluscos.

Según Odum (1972) la diversidad suele ser baja en los ecosistemas controlados físicamente. Las fluctuaciones periódicas de las condiciones ambientales intervienen sobre la composición de la fauna, en el sentido que cualquier muestra obtenida en un momento dado comprende unas especies favorecidas en aquel instante y por ello representadas por muchos individuos, más una serie de especies escasas, restos de poblaciones precedentes o inicio de otras futuras (Margalef 1995). En los manglares, influenciados por los ríos, agua de lluvia, agua de escorrentía y el agua de mar, como en la estación seis, tienen una fauna propia. En estos biotopos pueden existir factores muy variables y a veces extremos, por lo tanto los organismos que logran desarrollarse exitosamente, toleran estos cambios ambientales, gracias a las adaptaciones morfológicas, fisiológicas y de conducta que han logrado adquirir (Hutchings y Saenger 1987).

Es muy probable que en la estación seis, los cambios en la distribución de especies hayan sido causados por los cambios en la salinidad, ya que el número de individuos descendió durante agosto y septiembre cuando se observaron los valores más bajos de salinidad y los valores de dominancia de las especies fueron altos; esto refleja una mayor resistencia de las especies dominantes a salinidades bajas en el medio circundante típico de esta estación. Esto también fue observado por Reyes y Campos (1992b) y por Palacios (1983) aunque este último, consideró que el bivalvo *Mytilopsis sallei*, que no se encontró en este estudio, desarrolló sus poblaciones más grandes en salinidades bajas.

De las 45 especies identificadas, cinco solamente se colectaron en todas las estaciones: *B. exustus*, *C. rhizophorae*, *P. imbricata*, *I. alatus* y *R. lateralis*, lo que indica que las fluctuaciones de salinidad de la estación seis, limita la

abundancia de las otras especies, no ocurriendo así para las especies antes mencionadas. Es de hacer notar que estas especies fueron muy abundantes y constantes durante todo el período de estudio, por lo que pueden considerarse de gran importancia ecológica y en algunos de los casos económicas. Resultados similares fueron encontrados por Anónimo (1980), para la bahía de Cartagena, Colombia, donde *B. exustus*, *C. rhizophorae* y *I. alatus*, son consideradas como especies eurihalinas, además de constituir especies básicas de la comunidad de las raíces del mangle rojo. De la misma manera, otros investigadores han encontrado a *B. exustus* y *C. rhizophorae* muy abundantes y son consideradas como especies típicas de los manglares (Flores 1968, Morao 1983, Lalana et al. 1985, Lalana y Pérez 1985, Anónimo 1986). A diferencia de los manglares de Costa Rica la especie *Geloina inflata*, es una especie muy abundante y básica de los manglares de la costa pacífica de ese país, que no se distribuye en el Caribe, pero sin embargo, es considerada para esas costas, como una especie muy importante en las raíces aéreas de *R. mangle* (Casting et al. 1980).

*Crassostrea rhizophorae* u ostión de mangle es una de las especies de bivalvo más importante que vive adherida a las raíces de mangle, esto fue corroborado por su alta abundancia y dominancia, ya que muchas de ellas se encuentran formando apretados racimos, como si todas quisieran ocupar el mismo espacio y éste resultara insuficiente. Cervigón y Gómez (1986), establecen que las ostras buscan lugares sombreados donde fijarse, por esto son tan abundantes en las raíces de los mangles.

Por otra parte, Poza y Rodríguez (1987) establecieron que la ostra de mangle *C. rhizophorae* vive en un ambiente muy estable, pero posee una gran capacidad de adaptación a las variaciones de temperatura, salinidad y pH, mostrándose como una especie fuertemente eurioica, siendo una vez más corroborado este comportamiento con su presencia en todas las estaciones.

Se puede concluir señalando que los resultados de este estudio indican que la comunidad

de moluscos asociada a las raíces del mangle rojo *R. mangle* del Golfo de Santa Fe guardan una estrecha relación con las variaciones de los factores abióticos en las estaciones, destacando la pluviosidad, ocasionando turbidez del agua, variaciones en la temperatura, salinidad y factores de oxido-reducción que cambian el pH; así como la vecindad a otros ecosistemas y/o aspectos biológicos específicos de las especies; sin embargo, la escasez de estudios similares en Venezuela y específicamente en este golfo, dificultan realizar comparaciones entre la estructura y distribución de la fauna malacológica asociada a las raíces de mangle.

#### AGRADECIMIENTOS

Este trabajo es parte de la tesis de Magister Scientiarum de la primera autora, la cual fue parcialmente financiada por una beca del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas de Venezuela (CONICIT) y por el Consejo de Investigación de la Universidad de Oriente a través del proyecto No. CI-5-1803-0865/99. Se agradece la ayuda técnica a T. Allen, F. Marchan y A. Anton. Igualmente agradezco a Jerónimo Ojeda y Oscar Díaz, por la lectura crítica del manuscrito.

#### RESUMEN

Se realizó un estudio mensual cualitativo y cuantitativo de la comunidad de moluscos asociados a las raíces sumergidas del mangle rojo, *Rhizophora mangle*, entre octubre de 1998 y septiembre de 1999, en seis estaciones del Golfo de Santa Fe (Estado Sucre, Venezuela). Se colectaron e identificaron un total de 4 704 individuos pertenecientes a 45 especies de moluscos (22 gasterópodos, 15 bivalvos y 8 polyplacóforos). Las especies más abundantes fueron: *Crassostrea rhizophorae*, *Isognomon bicolor*, *I. alatus* y *Brachidontes exustus*. Los valores más altos de diversidad y equitabilidad, y los menores valores de dominancia, se encontraron en las estaciones tres y cuatro, mientras que lo opuesto ocurrió en las estaciones uno y dos. El análisis de afinidad mostró que en las cinco primeras estaciones las variaciones espaciales en la composición de la comunidad son mayores que las variaciones temporales, mientras que en la estación seis priman las diferencias temporales. Se encontraron factores que podrían ser

importantes para determinar la estructura de la comunidad, como vecindad a otros ecosistemas y/o aspectos biológicos específicos de las especies como adaptaciones a condiciones fluctuantes, hábitos alimenticios y migración en busca de ambientes sombreados y protegidos.

#### REFERENCIAS

- Anónimo. 1969. The mangrove community, aspects of its structure, faunistics and ecology. Lagunas Costeras, un Simposio. Mem. Simp. Intern. UNAM UNESCO, México, D.F. pp. 515-536.
- Anónimo. 1980. Algunos aspectos de la comunidad asociada a las raíces sumergidas del mangle rojo en dos áreas del Caribe Colombiano. pp. 251-224 *In* Memorias del Seminario sobre el estudio científico e impacto humano en el ecosistema de manglares. UNESCO, Colombia.
- Anónimo. 1986. El manglar como refugio y substrato de componentes faunísticos, con énfasis a la realidad Venezolana. Mem. Sem. Lat. Amer. sobre el Est. Científ., y el impacto humano en el Ecosistema de manglares. UNESCO, Cali, Colombia.
- Abbott, R. 1968. A guide to identification seashells of North America. Golden Press, Nueva York. 280 p.
- Abbott, R. 1974. American seashells. Van Nostrand, Reinhold, Nueva York. 666 p.
- Abbott, R. & P. Morris. 1995. A field guide to shells Atlantic and Gulf coasts and the West Indies. Houghton Mifflin, Nueva York. 350 p.
- Bullock, R., C. Franz & J. Buitrago. 1994. Report on a collection of chitons (Mollusca: Polyplacophora) dredged near Isla Coche, Nueva Esparta, Venezuela. Soc. Cienc. Nat. La Salle, T. LIV, N° 220, (141): 77-93.
- Bullock, R. & C. Franz. 1994. A preliminary taxonomic survey of the chitons (Mollusca: Polyplacophora) of Isla de Margarita, Nueva Esparta, Venezuela. Soc. Cienc. Nat. La Salle, T. LIV, N° 222, (141): 9-50.
- Castaing, A., J.M. Jiménez & C. Villalobos. 1980. Observaciones sobre la ecología de manglares de la costa pacífica de Costa Rica y su relación con la distribución del molusco *Geloina inflata* (Philippi) (Pelecypoda: Corbiculidae). Rev. Biol. Trop. 28: 323-339.
- Cervigón, F. & A. Gómez. 1986. Las lagunas litorales de la isla de Margarita. Fundación Científica Los Riques. Editorial Arte, Caracas. 87 p.
- Coomans, H.E. 1969. Biological aspects of mangrove mollusks in the West Indies. Malacología. 9(1): 79-84.

- Díaz, J. & M. Puyana. 1994. Moluscos del Caribe Colombiano. Un catálogo ilustrado. Colciencias y Fundación Natura Colombia, 291 p.
- Flores, C. 1968. Anotaciones sobre los manglares Venezolanos, su importancia ecológica y económica. *Laguna* (19-20): 21-31.
- Hair, J.D. 1987. Medida de la diversidad ecológica. pp. 283-289. *In* Manual de Técnicas de gestión de vida Silvestre. WWF. 703 p.
- Hutchings, P.A. & P. Saenger. 1987. Ecology of mangroves. Univ. Queensland, St. Lucia, Queensland, Australia. 388 p.
- Inclán, R.R. 1989. Ecología de la epibiosis en las raíces inmersas de *Rhizophora mangle* en Bahía de la Ascensión, Quintana Roo, México. *Ciencias Marinas* 15(1): 1-20.
- Jackson, J. 1972. The ecology of the mollusks of *Thalassia* communities, Jamaica. West Indies. II. Molluscan population variability along an environmental stress gradient. *Mar. Biol.* 14: 304-337.
- Krebs, C. 1989. *Ecological Methodology* Ed. Harper & Row., Nueva York. 654 p.
- Lalana, R. & M. Pérez. 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. Invest. Mar.* VI (2-3): 45-57.
- Lalana, R., M. Alvarez., M. Ortiz., M. Pérez & T. Veledo. 1985. Organismos asociados a las raíces de mangle *Rhizophora mangle*, en lagunas costeras y de cayos. *Rev. Invest. Mar.* VI (2-3): 59-71.
- Lalana, R. 1986. Fauna asociada a las raíces de *Rhizophora mangle* L., en la Laguna costera "El Ciego" *Rev. Invest. Marinas.* 3(3): 55-65.
- Lalana, R. & M. Ortiz. 1992. Fauna asociada a manglares de la laguna Guanaroca, provincia Cienfuegos, Cuba. *Rev. Invest. Mar.* 13(3): 205-214.
- Lodeiros, C., B. Marin & A. Prieto. 1999. Catálogo de moluscos marinos de las costas nororientales de Venezuela: Clase Bivalvia. *APUDONS*, 109 p.
- Margalef, R. 1968. *Perspectives in ecological theory*. University of Chicago, Chicago, 111 p.
- Margalef, R. 1995. *Ecología*. Omega, Barcelona, España. 961 p.
- Morao, A. 1983. Diversidad y fauna de moluscos y crustáceos asociados a las raíces sumergidas del mangle rojo, *Rhizophora mangle* en la Laguna de la Restinga. Tesis de licenciatura en Biología, Universidad de Oriente, Venezuela. 89 p.
- Morton, B. 1983. Mangroves bivalves. pp. 77-139. *In* *The Mollusca: Ecology*. Russell – Hunter.
- Odum, E. 1972. *Ecología*. Editorial Interamericana. México. 639 p.
- Okuda, T. 1975. Características hidroquímicas del Golfo de Santa Fe y áreas adyacentes. *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela, Univ. Oriente.* 14 (2): 251-268.
- Ordosgoitti, R. 1985. Estudio ecológico de la epifauna en raíces sumergidas del mangle *Rhizophora mangle* en la bahía de Mochima. Tesis de licenciatura en Biología Marina, Universidad de Oriente, Venezuela. 90 p.
- Palacios, J.A. 1983. Variación de la fauna de invertebrados del área estuarica de la Ciénaga Grande de Santa Marta en relación con los cambios de salinidad. *An. Inst. Invest. Mar. Punta Betún.* 10: 111-126.
- Pannier, F. 1983. Los manglares de nuestras costas. *Ambiente. MARANR.* (5): 15-18.
- Pianka, E.R. 1982. *Ecología evolutiva*. OMEGA, Barcelona, España. 365 p.
- Poza, B.J & R.J. Rodríguez. 1987. Supervivencia de la ostra de mangle *Crassostrea rhizophorae* (Gilding, 1828) a las variaciones de temperatura, salinidad y pH. *Soc. Cienc. Nat. La Salle. T. XLVII, N° 166* (127-128): 217-231.
- Prieto, A. 1983. Ecología de *Tivela mactroides* Born, 1778 (Mollusca, Bivalvia) en playa Güiría (Sucre, Venezuela). *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente.* 22 (1 & 2): 7-19.
- Reyes, R & N. Campos. 1992 a. Macroinvertebrados colonizadores de raíces de *Rhizophora mangle* en la Bahía de Chenque, Caribe Colombiano. *An. Inst. Invest. Mar. Punta Betún.* 21: 101-116.
- Reyes, R & N. Campos. 1992 b. 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.
- Rodríguez, G. 1963. The interstitial estuarine communities of Lake Maracaibo, Venezuela. *Bull. Mar. Sci. Gulf and Carib.* 13 (2): 197-218.
- Sokal, J.D. & F. J. Rohlf. 1981. *Biometry*. W.H. Freeman, Nueva York. 859 p.

- Steel, R.D. & Torrie. 1960. Principles and Procedures in Statistics. McGraw - Hill, Nueva York. 350 p.
- Strickland, J. & T. Parsons. 1972. Manual of sea water analysis Bull. Fish. Res. Bd. Canadá. 125: 310 p.
- Sutherland, J.P. 1980. Dynamics of the epibenthic community on roots of the mangrove *Rhizophora mangle*, at Bahía de Buche, Venezuela. Marine Biology. (58): 75-84.
- Victoria, C.H. & M.E. Pérez. 1979. Los taxa Annelida-Mollusca-Crustacea en las raíces sumergidas del mangle rojo de dos áreas costeras del Caribe Colombiano. Inf. Mus. Mar. 21: 1-27.
- Warmke, M.S. & R. Abbott. 1975. Caribbean seashells. A guide to the Marine mollusca of Puerto Rico and other west Indian Islands. Bermuda and the Lower Florida Keys. 165 p.