

Crustáceos asociados a las raíces del mangle rojo *Rhizophora mangle* (L.) en el Golfo de Santa Fe, Estado Sucre, Venezuela

Brightdoom Márquez-Rojas*, Juan Pablo Blanco-Rambla, Mayré Jiménez
y Thays Allen

Instituto Oceanográfico de Venezuela, Universidad de Oriente. Cumaná 6101, Venezuela.

Recibido: 06-09-04 Aceptado: 20-03-06

Resumen

Con el fin de conocer la comunidad de crustáceos asociados a las raíces de *Rhizophora mangle* en el Golfo de Santa Fe (Estado Sucre, Venezuela), se realizó entre octubre de 1998 y septiembre de 1999 un estudio cualitativo y cuantitativo de los crustáceos en seis estaciones de dicho golfo. Se analizó un total de 144 raíces, recolectando 660 especímenes de crustáceos. Se identificaron 53 especies comprendidas en cinco órdenes. El orden Decápoda fue el más dominante (35 especies), seguido por el orden Amphipoda (9 especies). Los órdenes Isopoda y Thoracica estuvieron representados por 4 especies cada uno y una sola del orden Stomatopoda. Las especies más abundantes fueron: *Petrolisthes armatus*, *Panopeus herbstii*, *Pachygrapsus gracilis*, *Synalpheus apioceros* y *Periclimenes americanus*. Los valores más altos de diversidad y equitabilidad, y los menores valores de dominancia, se encontraron en las estaciones uno y tres, mientras que lo opuesto ocurrió en las estaciones dos y seis. 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 predominan las diferencias temporales. La vecindad de otros ecosistemas (praderas de fanerógamas y formaciones coralinas), así como características fisicoquímicas estables del agua, son uno de los factores determinante en el arribo de organismos, hecho que se evidenció en la similaridad de la fauna carcinológica asociada a las raíces de mangle en las estaciones ubicadas en la costa norte y la menor afinidad con la fauna adherida a la estación seis, expuesta directamente a condiciones fluctuantes.

Palabras clave: Crustáceos; Golfo de Santa Fe; manglares; *Rhizophora mangle*, Venezuela.

Crustacean associated to red mangrove roots *Rhizophorae mangle* (L.) in Santa Fe Gulf, Sucre State, Venezuela

Abstract

A qualitative and quantitative study of the crustaceans was performed between October 1998 and September 1999 at six stations in the Santa Fe Gulf (Sucre, Venezuela) in order to establish the assemblages of crustaceans associated to roots of *Rhizophora mangle* in this gulf. A

* Autor para la correspondencia. E-mail: bmarquez@sucre.udo.edu.ve

total of 144 roots were analyzed and 660 specimens of crustaceans were found, were identified 53 species which were classified in five orders. The decapods were the most dominant (35 species), followed by the Amphipods (9 species). Isopoda and Thoracica orders were represented by four species each one, Stomatopoda was represented by one only species. The most abundant species of Decapods were *Petrolisthes armatus*, *Panopeus herbstii*, *Pachygrapsus gracilis*, *Sinalphus apioceros* and *Periclimenes americanus*. The higher diversity and evenness values and the lower dominancy values were found in the stations 1 and 3 showed, whereas the opposite occurred in the stations 2 and 6. The affinity analysis showed that in the first five stations the spatial variations in the community composition were greater than the seasonal variations, whereas in the station 6 the seasonal differences predominated. The neighborhood of others ecosystems (beds of phanerogamous, coral sea formations) so as the water steady physico-chemical characteristics, are one of the determination factors in the arrival of the organisms, fact that was evidenced by the similarity of the carcinological fauna associated to mangrove roots in the stations located at the north coast and the low affinity with the fauna stick to station 6, directly exposed to fluctuating conditions.

Key words: Crustaceans; mangrove; *Rhizophora mangle*; Santa Fe Gulf; Venezuela.

Introducción

Los manglares, también conocidos como bosques de manglar o bosques mareales (1), son, bajo condiciones óptimas, ecosistemas de muy alta productividad (2) que desempeñan importantes funciones ecológicas, tanto por sus aportes de materia orgánica y nutrientes a los estuarios y al mar (3, 4, 5) como por brindarles áreas de refugio y cría a diferentes grupos de organismos, principalmente peces, crustáceos y moluscos de gran importancia comercial (6, 7). Estas formaciones vegetales se desarrollan en la línea costera y en zonas, generalmente, cercanas a las desembocaduras de los ríos y canales de agua dulce (8, 9).

Existen diferentes factores ambientales que afectan la estructura del manglar; entre estos, cabe destacar el flujo de la marea, la salinidad del suelo, el clima y la disponibilidad de agua dulce y de nutrientes (10). Por otra parte, la distribución de epibiontes animales es afectada por factores como la resistencia a la pérdida de agua, la protección solar, el nivel de agua, la disponibilidad de microflora y microfauna y los desechos orgánicos para su alimentación (11).

Dentro de los grupos de invertebrados mejor representados en los manglares destacan los crustáceos; existen, al menos, 50 especies que viven sobre la porción sumergida, media e inferior de las raíces del mangle, estando representados la mayoría de los taxa, desde cirrípedos, anfípodos, isópodos, hasta camarones y cangrejos que viven en el interior de esponjas adheridas a estas raíces (12).

Algunos aspectos de la fauna asociada a las raíces de mangle en el Caribe, han sido estudiados por Rutzler (13) quien clasificó los diversos biotopos dentro de la comunidad de manglares de acuerdo a sus componentes faunísticos y florísticos dominantes; Victoria y Pérez (14) y Pérez y Victoria (15) estudiaron los taxa Annelida, Mollusca y Crustacea en la Bahía de Cartagena y Ciénaga de los Vásquez (Colombia); Lalana y Pérez (16), Lalana *et al.* (17), y Lalana y Ortiz (18) analizaron la fauna asociada a los manglares en las lagunas costeras y en los cayos de Cuba. Inclán (19) realizó un trabajo sobre la ecología de la epibiosis en las raíces sumergidas de *Rhizophora mangle*, en la bahía de la Ascensión, México; Reyes y Campos (20, 21) analizaron los macroinvertebrados colo-

nizadores de raíces de *R. mangle* en el Caribe Colombiano.

En Venezuela existen algunos trabajos relacionados con los organismos asociados a los manglares, entre estos cabe mencionar a Rodríguez (22), quien estudió las comunidades intermareales estuarinas en el Lago de Maracaibo; Sutherland (23) que utilizó láminas de asbesto como substrato para estudiar la dinámica de la comunidad epibéntica en las raíces del mangle rojo en la bahía de Buche, estado Miranda; Pannier (24) caracterizó los manglares de las principales zonas costeras del país. En el Oriente venezolano, Morao (25) examinó la diversidad de la fauna de moluscos y crustáceos asociada a las raíces de mangle en la Laguna de la Restinga (estado Nueva Esparta). Por otra parte, Ordosgoitti (26) realizó un estudio de la epifauna en raíces sumergidas de *R. mangle* en la Bahía de Mochima (Estado Sucre).

Hasta el presente, en el Golfo de Santa Fe, se han realizado pocos estudios relacionados con los manglares; sin embargo, Márquez & Jiménez (27) examinaron la comunidad de moluscos asociados a las raíces del mangle rojo *Rhizophora mangle*.

En dicho golfo se desconoce la composición de la fauna carcinológica, por lo que se planteó realizar un inventario de los crustáceos asociados a las raíces sumergidas del mangle rojo *Rhizophora mangle*, además de describir cualitativamente la comunidad de dichos crustáceos.

Materiales y Métodos

Área 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" latitud N y 64° 22' 40" longitud W; ocupa un área de 32 Km², con 4,2 Km de ancho en la boca y 9,3 Km de largo (1) (Figura 1). Su profundidad aumenta en dirección este-oeste presentando un máximo de 70 a 80 m en su

entrada; en casi todo el resto del Golfo la profundidad promedio es de 50 m; su entrada es ancha y se reduce gradualmente hacia el interior, presentando forma similar a una V (1).

La costa norte del Golfo de Santa Fe está formada por elevaciones irregulares del terreno, con escasa cobertura vegetal, mientras que la costa sur y el saco están constituidos por elevaciones montañosas en las cuales la vegetación es más abundante. Una característica topográfica de esta área es la caída brusca de la orilla hacia el interior del Golfo. En la parte sureste del Golfo, se encuentra la población de Santa Fe, donde desembocan pequeños ríos, como Nurucual, Santa Fe y Yaguaracual, cuyos caudales sólo van a depender de las precipitaciones en la región y prácticamente poseen poca influencia sobre la zona.

Okuda (1) señala que las condiciones hidrográficas dependen de la intensidad de la surgencia, la cual está estrechamente relacionada con el régimen de los vientos alisios; indicando que existen 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 (fosfato y nitrato); en segundo lugar, entre los meses de junio y agosto, con intensidad moderada predominando el agua subtropical; y el tercero, en los meses entre septiembre y noviembre, correspondiente a la época de menor intensidad de los vientos, con alta temperatura, alto oxígeno y bajo contenido de nutrientes.

Toma y análisis de las muestras

Las muestras fueron recolectadas mensualmente entre octubre de 1998 y septiembre de 1999 en seis estaciones de las zonas más extensas del bosque de manglar. La estación uno (E₁) y (E₂), ubicadas en la costa norte se encuentran bordeadas por abundantes extensiones de *R. mangle*, además de formaciones coralinas que crecen delante de

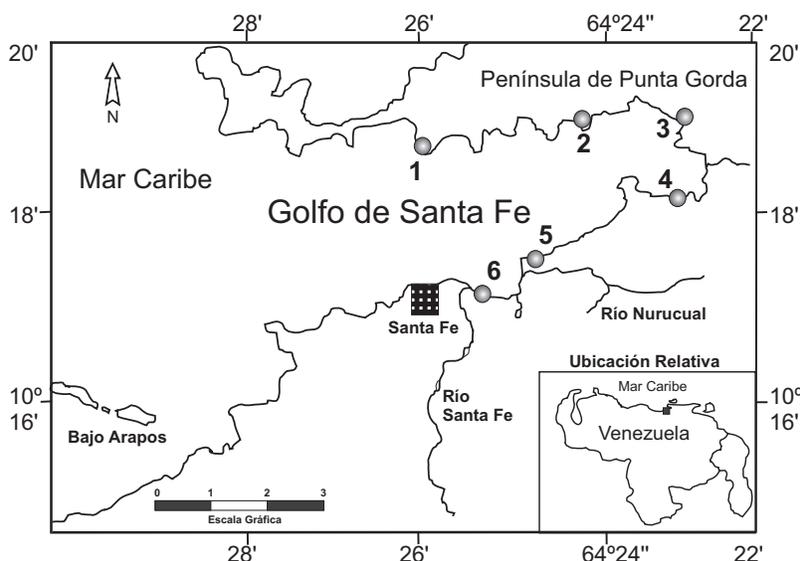


Figura 1. Área de estudio, donde se señalan las estaciones de muestreo.

fondos someros poblados por *Thalassia testudinum* hacia la playa. Las estaciones tres (E_3) y cuatro (E_4) se localizan en el saco del golfo, bordeadas completamente por el manglar, 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 (E_5) y la estación seis (E_6) 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 desemboca el principal río de la región (río Santa Fe) (Figura 1).

En cada estación, se escogieron al azar dos raíces de mangle, introduciéndolas en bolsas de polietileno transparente. Se realizó un raspado de las raíces con un cuchillo, finalmente se rotularon y cerraron las bolsas con una banda de goma. Las bolsas con el material biológico, fueron transportadas al laboratorio de Carcinología del Instituto Oceanográfico de Venezuela (I.O.V), donde se procedió a la separación de los crustáceos que fueron fijados con alcohol al 70%. Posteriormente, el material fue examinado bajo la

lupa estereoscópica (Wild) y un microscopio óptico (Leitz). La identificación de cada espécimen se realizó con la ayuda de las claves de identificación de Rathbun (28), Rodríguez (29), Williams (30) para los decápodos; Barnard (31) y Ortiz (32) para los anfípodos; Kensley & Schotte (33) para los isópodos; Granadillo & Urosa (34) para los cirrípedos.

En cada estación y durante los doce meses de muestreo se midieron algunos parámetros fisicoquímicos tales como temperatura superficial del agua, la salinidad y el contenido de oxígeno disuelto siguiendo el método de Winkler (35).

Para comparar y caracterizar la comunidad de crustáceos se calcularon los siguientes descriptores ecológicos: la diversidad de especies por Shannon-Wiener y por Sander (36), la equitabilidad por Lloyd y Ghelardi, la constancia por Bodenheiner y Balog y la dominancia se calculó por Mc.Naughton (37). Se definió la afinidad entre estaciones por la ecuación del índice de Jaccard (38). Luego, se construyó un dendrograma por afinidad, mediante un análisis de conglomerado por el método de centroides, utilizando para ello el programa estadístico computarizado SPSS 8.0.

El tratamiento estadístico de los datos se hizo mediante un análisis de varianza doble con réplica, previa transformación de los datos a Log (n + 1) en función de cumplir con las suposiciones de normalidad y homogeneidad de varianzas, para determinar la existencia de 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 (39). Para establecer la posible asociación de la abundancia de crustáceos, con respecto a los meses, estaciones y los factores ambientales estudiados, se aplicó un análisis de correlación de Pearsons con el programa estadístico Statgraphics Plus bajo Windows, versión 4.1.

Resultados

Se analizó un total de 144 raíces del mangle rojo, recolectando 660 especímenes de crustáceos. Se identificaron 53 especies comprendidos en cinco órdenes: Thoracica, Stomatopoda, Amphipoda, Isopoda y Decapoda (Tabla 1).

El orden Decapoda fue el más dominante, representado por 35 especies pertenecientes a 9 familias, lo cual representó el 68,63% de las especies registradas en las raíces de mangle, siendo *Petrolisthes armatus* (134), *Synalpheus apioceros* (132), *Pilumnus dasypodus* (50) y *Periclimenes americanus* (31) los especímenes más abundantes. Las familias mejor representadas fueron Porcellanidae, Alpheidae y Xanthidae con el mayor número de individuos y especies.

El Orden Amphipoda representó un total de 5 familias y 9 especies, contribuyendo con el 11,76% de las especies presentes, siendo *Elasmopus bampo* (20), *Hyalale* sp. (16) y *Gammarus* sp. (12) las más abundantes durante todo el período de estudio. Las familias Hadziidae, Hyalidae y Gammaridae registraron el mayor número de organismos.

En cuanto al Orden Isopoda, se identificó un total de 4 especies contenidas en

3 familias, constituyendo el 7,84% de las especies registradas, siendo el género *Exocorallana* (12) más abundantes. El Orden Thoracica estuvo conformado por 4 especies, pertenecientes a 2 familias, siendo las especies más abundantes *Balanus trigonus* y *Chthamalus* sp. El Orden Stomatopoda fue el taxón menos dominante (1,96%), encontrándose una sola especie, *Gonodactylus oerstedii*, perteneciente a la familia Gonodactylidae.

La abundancia mensual varió entre 12 y 100 ind, correspondiendo los valores más altos a noviembre de 1998 (100 ind), seguido de febrero (75 ind) y marzo de 1999 (71 ind), con una riqueza de 17, 15 y 17 especies respectivamente y los valores más bajos correspondieron a los meses de abril (26 ind) y septiembre de 1999 (18 ind), con 12 y 6 especies, respectivamente (Figura 2).

Los valores de abundancia total por estación fluctuaron entre 42 y 289 individuos, presentando la mayor abundancia la estación E₂ (289 ind), seguida por la estación E₁ (104 ind), colectándose 37 y 27 especies de cada una de ellas. Las estaciones que mostraron los valores más bajos fueron la E₃ y la E₅ (con 62 y 42 ind, respectivamente), representadas por 23 y 17 especies cada una. Durante todos los muestreos la estación E₅ se caracterizó por presentar el menor número de individuos (Tabla 1).

Los resultados del análisis de varianza doble con réplica muestran la existencia de diferencias significativas entre la abundancia total de crustáceos con respecto a los doce meses de estudio ($F_s = 2,606$; $p < 0,05$) (Figura 2) y diferencias altamente significativas con respecto a las seis estaciones analizadas ($F_s = 7,880$; $p < 0,001$) (Tabla 1), igualmente se observó una interacción significativa entre los meses y estaciones ($F_s = 2,252$, $p < 0,05$).

Al aplicar sobre estos datos la prueba a posteriori de Duncan, se encontró que existen dos grupos entre las doce medias comparadas de todos los meses: diciembre 1998, enero, marzo, abril, junio y septiem-

Tabla 1
Lista de crustáceos asociados a las raíces del mangle rojo; abundancia por estación y valores totales de diversidad y equitabilidad

	E ₁	E ₂	E ₃	E ₄	E ₅	E ₆	Frecuencia de Aparición
ORDEN THORACICA							
Balanus trigonus	x	x	x	x	x	x	C
B. eburneus	x	x	x	-	-	-	Acs
B. improvisus	x	x	x	-	x	-	C
Cthamalus sp	x	x	x	-	-	-	Acs
ORDEN STOMATOPODA							
Gonodactylus oerstedii	1	1	0	0	0	0	Acs
ORDEN AMPHIPODA							
Maera sp	9	13	0	0	0	0	Acs
Hyale sp.	3	0	0	0	3	10	Acs
Atylus sp.	0	2	1	0	0	6	Acs
Elasmopus bampo	6	2	0	1	6	5	C
E. rapax	0	2	0	0	3	0	Acs
Gammarus sp.	1	3	0	0	0	8	Acs
Leucothoe sp.	2	2	0	2	0	0	Acs
Amphithoe sp.	0	3	0	0	2	2	Acs
Caprellidae	0	1	0	0	0	2	Acs
ORDEN ISOPODA							
Exocorallana sp ₁	0	4	3	0	0	0	Acs
Exocorallana sp ₂	0	0	5	0	0	0	Acc
Excitrolana mayana	1	0	0	0	0	0	Acc

Tabla 1 (Continuación)

	E ₁	E ₂	E ₃	E ₄	E ₅	E ₆	Frecuencia de Aparición
<i>Paracerceis</i> sp	0	0	1	0	0	0	Acs
ORDEN DECAPODA							
<i>Synalpheus apioceros</i>	13	55	8	26	2	28	C
<i>S. fritzmuelleri</i>	0	0	0	0	2	0	Acc
<i>Alpheus normanni</i>	0	0	0	0	0	1	Acc
<i>Periclimenes americanus</i>	0	1	4	11	5	10	C
<i>Pagurus</i> sp ₁	0	0	0	1	0	1	Acs
<i>Pagurus</i> sp ₂	0	0	0	0	0	1	Acc
<i>Petrolisthes armatus</i>	5	100	9	7	6	1	C
<i>P. marginatus</i>	2	19	0	0	2	0	Acs
<i>P. galathinus</i>	8	0	0	0	0	0	Acc
<i>P. tridentatus</i>	0	2	3	0	0	0	Acs
<i>P. tonsorius</i>	0	1	0	0	0	0	Acc
<i>Neopisoma neglectum</i>	1	0	0	0	0	0	Acc
<i>Dromidia antillensis</i>	0	1	0	0	0	0	Acc
<i>Microphrys bicornutus</i>	1	0	3	2	0	0	Acs
<i>Mithrax hispidus</i>	1	1	2	1	3	0	C
<i>Mithrax (Mithraculus) forceps</i>	6	4	1	1	1	0	C
<i>Mithrax</i> sp.	0	1	0	0	0	0	Acc
<i>Portunus spinimanus</i>	0	0	0	1	1	1	Acs
<i>P. gibbesii</i>	0	1	0	0	2	1	Acs
<i>Portunus</i> sp.	0	0	1	0	0	0	Acc

Tabla 1 (Continuación)

	E ₁	E ₂	E ₃	E ₄	E ₅	E ₆	Frecuencia de Aparición
<i>Pilumnus sayi</i>	3	14	2	0	0	0	Acs
<i>P. dasyopodus</i>	14	29	4	0	0	0	Acs
<i>P. spinohirsutus</i>	0	2	0	0	0	0	Acc
<i>P. reticulatus</i>	1	8	0	0	0	0	Acc
<i>P. pannosus</i>	0	0	1	0	0	0	Acc
<i>Pilumnus</i> sp.	3	4	0	0	0	0	Acs
<i>Panopeus herbstii</i>	2	2	7	8	0	15	C
<i>Eurypanopeus abbreviatus</i>	0	1	0	1	0	0	Acs
<i>E. depressus</i>	0	0	0	2	0	0	Acc
<i>Eurytium limosum</i>	0	1	0	1	0	0	Acs
<i>Micropanope xanthiformis</i>	0	2	0	0	0	0	Acs
<i>M. nuttingi</i>	0	2	0	0	0	0	Acc
<i>Pachygrapsus gracilis</i>	14	1	2	0	1	0	C
<i>P. transversus</i>	1	0	1	0	0	1	Acs
<i>Aratus pisonii</i>	6	4	4	5	3	0	C
Total Individuos	104	289	62	70	42	93	
Total Especies	27	37	23	16	17	17	
Diversidad	3,954	3,369	3,889	2,859	3,686	3,155	
Equitabilidad	0,874	0,668	0,915	0,751	0,944	0,789	

E₁-E₆ (Estaciones). C: Especies constantes. ACS: Especies accesorias. ACC: Especies accidentales. (*) organismos presentes. (-) organismos ausentes

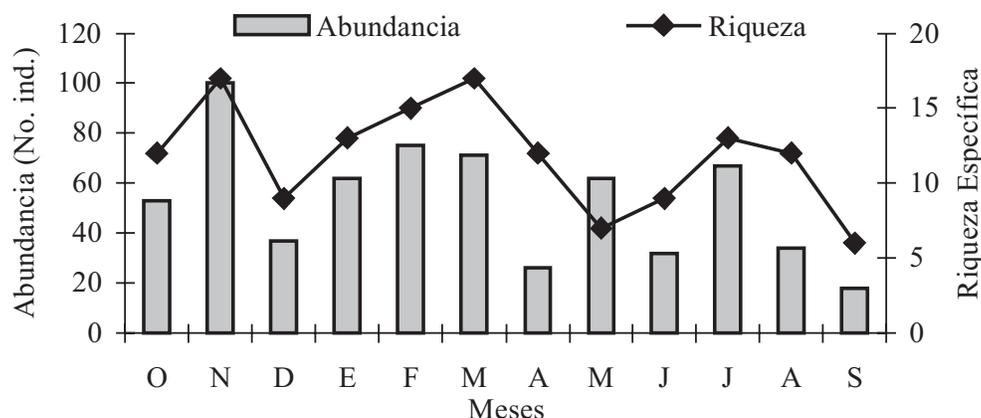


Figura 2. Diversidad y equitabilidad mensual de Shannon-Wiener (bits/ind) de los crustáceos, asociados a las raíces de mangle, del Golfo de Santa Fe, Venezuela.

bre de 1999 forman un solo grupo, con las medias más bajas. Los meses de octubre y noviembre de 1998, febrero, marzo, mayo y julio de 1999, formaron el segundo grupo con los valores más altos. Por otra parte, la comparación de medias de las seis estaciones analizadas demostró la existencia de tres grupos: las estaciones E_5 , E_3 , y E_6 forman un primer grupo, con las medias más bajas en abundancia; las estaciones E_1 y E_2 forman dos grupos separados con los valores más altos de abundancia.

De las especies de crustáceos identificadas, una sola especie fue común a las seis estaciones, *Petrolisthes armatus*, destacándose por su gran abundancia en la estación E_2 .

La diversidad total de las especies de crustáceos en el área estudiada fue de 3,786 bits/ind, calculada mediante el índice de Shannon-Wiener. Esta mensualmente osciló entre 1,795 y 3,710 bits/ind, presentando los mayores valores en noviembre de 1998 (3,710 bits/ind), febrero y abril de 1999 con 3,116 bits/ind y 3,480 bits/ind, respectivamente. Los más bajos se registraron en mayo de 1999 (1,795 bits/ind) y durante el período junio-septiembre de 1999. Para fines comparativos con otros trabajos se ha utilizado uno de los índices de diversidad más usado, como es el de Shannon-Wiener, pero en algunos estudios es difícil comparar muestras de co-

munidades cuyas áreas de muestreo son diferentes, como es el caso de las raíces de mangle. Para solventar este problema Sander (1968) propuso el índice de Rarefacción (IRS) para estimar el número de especies que existieron en una muestra de N cantidad de organismos. Este índice estimado para 1000 individuos, varió entre 6-17 especie, coincidiendo los valores más altos y bajos con los obtenidos con el índice de Shannon-Wiener; los meses donde se registraron los valores más altos del IRS fueron noviembre de 1998, febrero y marzo de 1999 con 17, 15, 17 especies, respectivamente.

Los mayores valores de diversidad por estación se presentaron en la E_1 y E_3 (3,954 bits/ind y 3,889 bits/ind, respectivamente) y las estaciones que obtuvieron los valores más bajos, fueron la E_4 (2,859 bits/ind) y la E_6 (3,155 bits/ind) (Tabla 1). Por el índice de Rarefacción de Sander, se obtuvieron resultados similares al de diversidad de Shannon-Wiener; los resultados calculados para 1000 individuos por IRS oscilaron entre 16-29 especies, registrándose los valores más altos en la estación 2 con 29 especies y la estación 1 con 24 especies, y valores mínimos para las estaciones 4 y 6 con 16 especies cada una. En cuanto a la diversidad por órdenes, los decápodos presentaron los mayores valores (3,699 bits/ind), seguido por los Amphipodos (1,80 bits/ind).

La equitabilidad mensual fluctuó entre 0,64 y 0,92, correspondiendo los máximos a noviembre de 1998 (0,91) y diciembre de 1999 (0,92), y los mínimos a mayo y junio de 1999 con (0,64) y (0,71), respectivamente (Figura 3). No obstante, los valores de equitabilidad por estación oscilaron entre 0,668 y 0,944, correspondiendo los más altos a las estaciones E₅, E₃ y E₁ con 0,94; 0,91; 0,87 respectivamente, y los más bajos a las estaciones E₂ y E₄ con valores de 0,65 y 0,75 respectivamente (Tabla 1).

El porcelánido *Petrolisthes armatus* fue la especie dominante, contribuyendo con el 40,24%. La población mostró una tendencia a ser constante durante todo los meses de estudio y muy abundante en la E₂, los valores más altos de abundancia fueron para febrero, julio y agosto de 1999 con 19, 25 y 14 individuos, respectivamente. La segunda especie dominante fue *Synalpheus apioceros* con 132 ejemplares, lo cual representó el 24,54% del total de los crustáceos. Los valores más altos de abundancia se registraron en febrero y julio de 1999, en la E₂ y E₆. En tercer lugar, *Pilumnus dasypodus* (14,24%) con mayor abundancia entre los meses de enero y marzo de 1999; esta última especie fue muy abundante en la E₁ y E₂, estando ausente en la E₄, E₅ y E₆.

De las 53 especies identificadas, 12 resultaron constantes, presentándose dos de éstas, *Petrolisthes armatus* y *Synalpheus*

apioceros en el 100% de las raíces muestreadas, mientras que *Aratus pisonii*, *Mitras hispidus*, *Mitras forceps*, *Panopeus herbstii* y *Periclimenes americanu* se presentaron en un 83,33% de las estaciones. Se registraron 14 especies accesorias, de las cuales *Balanus eburneus*, *Petrolisthes marginatus*, *Pilumnus sayi*, *Pilumnus dasypodus* y *Microphrys bicornutus*, se presentaron en un 50% de los muestreos. Veintisiete especies accidentales aparecieron en un porcentaje menor al 25%.

En el dendrograma (Figura 4) se observó la formación de dos grupos, uno donde se asociaron las estaciones E₁, E₂, E₅ y E₆; donde a su vez las estaciones E₁ y E₂ mostraron el máximo grado de asociación (1), seguida por las estaciones E₅ y E₆ (12). El segundo grupo lo constituyeron las estaciones E₃ y E₄, separado por una distancia de similitud de (17) del primer grupo. Este tipo de afinidad nos indica la gran importancia de las diferencias entre estaciones con respecto a este biotopo.

Factores físicos-químicos

La temperatura superficial se mantuvo con poca variación entre las estaciones; registrándose las más bajas de mediados de diciembre de 1998 a finales de enero de 1999 (23-24°C) coincidiendo con la época de mayor intensidad de la surgencia, mientras que las máximas temperaturas (29-32°C)

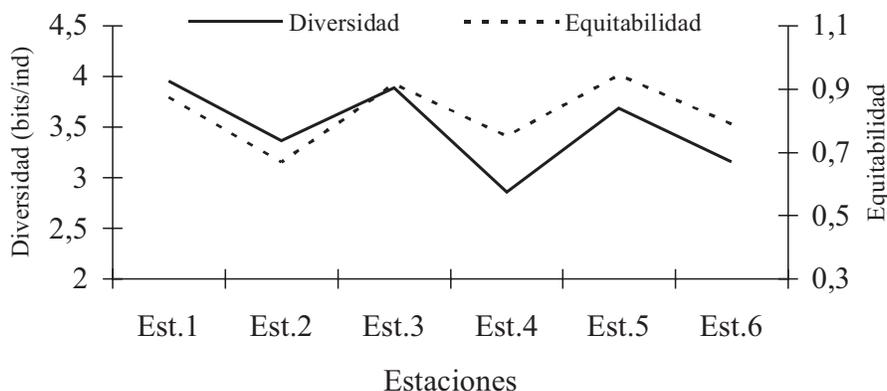


Figura 3. Variación mensual de la abundancia numérica (N° Ind) y riqueza específica de los crustáceos, asociados a las raíces de mangle, en el Golfo de Santa Fe, Venezuela.

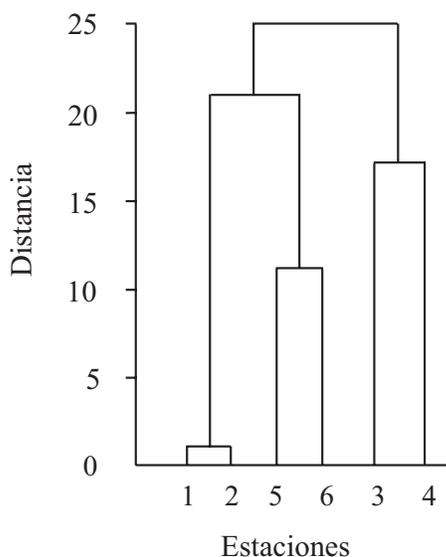


Figura 4. Dendrograma de similaridad entre las seis estaciones muestreadas (método de centroides).

acontecieron entre julio y septiembre de 1999 para todas las estaciones. Sin embargo, se pudo apreciar que la E₁ fue la que presentó los valores más bajos de temperatura, durante el período marzo-septiembre de 1999 (Figura 5A).

La salinidad del agua presentó cambios considerables entre las estaciones. La E₆ fue la que mostró los valores más bajos durante casi todo el período de estudio, llegando hasta (7‰) en el mes de octubre de 1998. Los valores más altos se presentaron 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; mientras que los más bajos, se observaron en septiembre, en todas las estaciones, correspondiendo con la época de fuerte intensidad de lluvia (Figura 5B).

El contenido de oxígeno disuelto en el agua fluctuó entre 10,3 mL O₂/L y 3,58 mL O₂/L (en la E₅ en abril de 1999 y en la E₄ en enero de 1999, respectivamente). Los valores más bajos, para todas las estaciones,

ocurrieron en el mes de enero de 1999, mientras que los más altos se registraron entre abril y julio de 1999 para todas las estaciones (Figura 5C).

No se encontró correlación entre la abundancia de los crustáceos con respecto a la temperatura, salinidad y oxígeno disuelto ($r = -0,1259$; $r = 0,1126$, $r = -0,0504$; $p \leq 0,005$, respectivamente).

Discusión

Una característica sobresaliente de la comunidad de crustáceos en las raíces de *R. mangle* dentro del Golfo de Santa Fe, fue la gran diferencia en la composición de especies entre las raíces de una misma localidad. Así, una dominancia marcada nunca estuvo presente; sin embargo, hubo algunas especies consideradas como principales ocupantes de las raíces, en función de su presencia y abundancia durante los muestreos.

El número de especies de crustáceos 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 (25) reportó 35 especies; Ordosgoitti (26) identificó 27 especies. En Colombia, Pérez y Victoria (15) identificaron 90 especies de diferentes taxa, de los cuales 42 pertenecen al grupo de los crustáceos; en Cuba, Lalana *et al.* (17) registraron 28 especies para los manglares lagunares y 48 para los manglares de los cayos.

Estos altos valores con respecto a los registrados en otras áreas del Caribe y otras zonas de Venezuela, pueden deberse a las características de este golfo en particular, el cual presenta una gran diversidad de ambientes que propician la existencia de una heterogeneidad de nichos (arenosos, arenofangosos, fangosos, formaciones coralinas y rocosas), además, dicho golfo constituye una zona de refugio y protección para el crecimiento de juveniles de muchas especies.

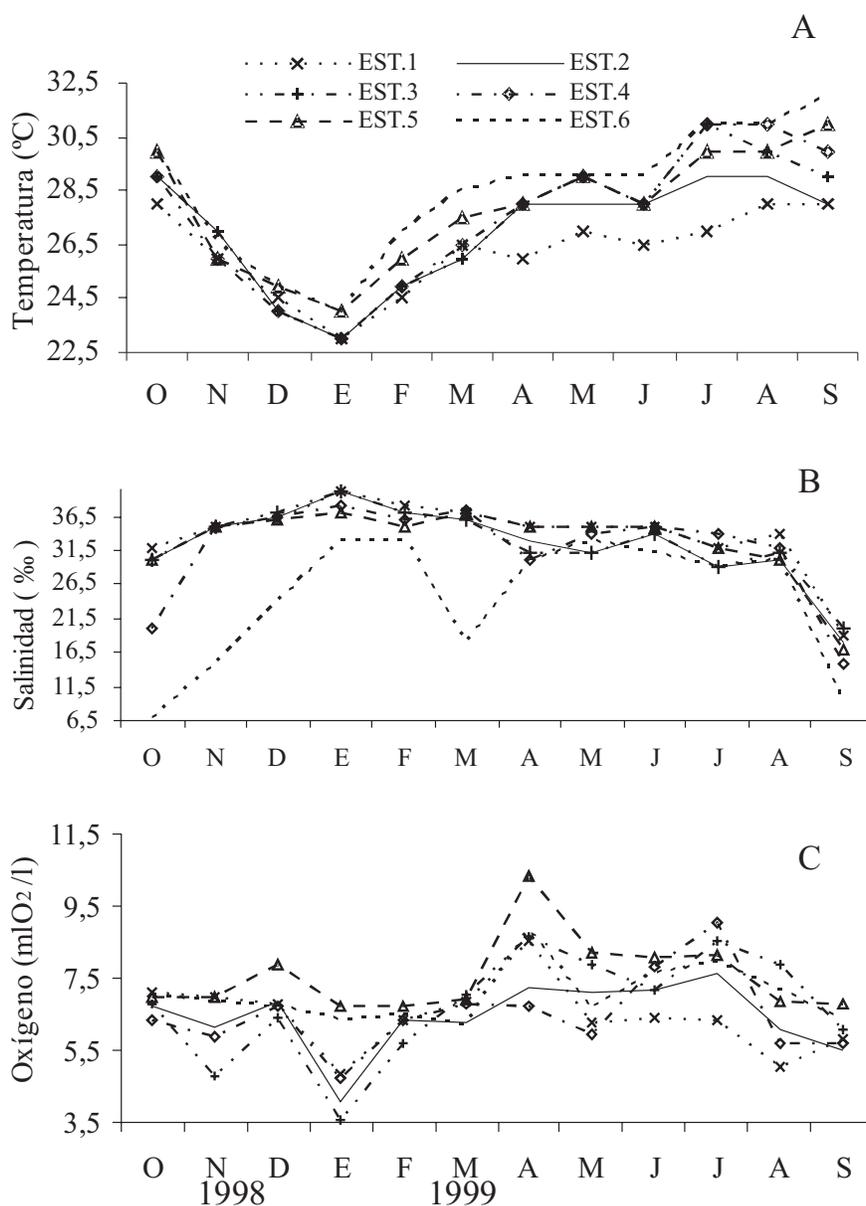


Figura 5. Variación mensual y por estación de (A) la temperatura (°C); (B) la salinidad (‰) y (C) oxígeno disuelto (mgO₂/L) en el agua del Golfo de Santa Fe, Venezuela.

El predominio de las especies de baja tolerancia y estrictamente marinas en la fauna del Golfo de Santa Fe es evidente, al igual que la reducción en el número de especies de amplia tolerancia a la salinidad. El efecto marcado de la salinidad sobre la biota marina es ampliamente conocido y se considera el principal factor determinante de la

distribución y abundancia de los invertebrados en estuarios tropicales (40). Sin embargo, Kinne (41) y Abele (42) señalaron que los cambios de salinidad y temperatura suelen tener poca importancia para los decápodos por que están fisiológicamente adaptados a esas condiciones. Lo antes expuesto coincide con los resultados obtenidos en la esta-

ción 6, donde los decápodos *Synalpheus apioceros* y *Periclimenes americanus* fueron muy abundantes; por lo que esta abundancia no parece estar vinculada a las variaciones de salinidad y temperatura, si no más bien, en el hecho de que los crustáceos (Decápodos) son organismos móviles, especializados y con mecanismos de adaptación fisiológicos, de acuerdo a las condiciones favorables o no que se presenten.

Pérez y Victoria (15) establecieron tres principales grupos de organismos en base a la tolerancia a la salinidad; el grupo de eurihalinas de amplia tolerancia a los cambios de salinidad (encontradas entre 2 y 36‰), eurihalinas de mediana tolerancia (ubicadas entre 13 y 36‰) y especies de baja tolerancia y estrictamente marinas (halladas en salinidades superiores a 20‰). Cuando se consideran las especies encontradas en este estudio para clasificarlas en los grupos de tolerancia salina, se observa que si bien la mayor parte se encuentra en el último grupo (46,1%), son las especies de los dos primeros grupos las que aportan casi la totalidad de los individuos (53,9%). De forma análoga, Bacón (43), señala que en el estuario del río Caroni la fauna de las raíces del mangle sufre amplias variaciones anuales en su composición siendo las especies tolerantes a las condiciones salobres las que permanecen y constituyen la mayor parte de la población.

Cinco especies de amplia tolerancia a los cambios de salinidad constituyen la fauna básica de la comunidad en el Golfo de Santa Fe, representando una gran abundancia de individuos: *Petrolisthes armatus*, *Panopeus herbstii*, *Pachygrapsus gracilis*, *Synalpheus apioceros* y *Periclimenes americanus*. Pérez y Victoria (15) también registraron a *P. armatus* y *P. gracilis* como especies de amplia tolerancia a la salinidad en la Bahía de Cartagena.

Los valores de diversidad de Shannon (2,85-3,95 bits/ind) de las especies de crustáceos en el Golfo de Santa Fe, son relativamente altos al compararlos con los trabajos

de Victoria & Pérez (14) para el Caribe Colombiano, estos autores reportaron diversidades bajas que fluctuaron entre 0,69-2,28 bits/ind, atribuyendo estos resultados al enorme desarrollo y abundancia que alcanzaron los poríferos. En Venezuela, Morao (25) encontró para la Laguna de la Restinga, diversidades de 1,27-2,80 bits/ind, resultados similares fueron obtenidos por Ordosgoitii (26) en la Bahía de Mochima (0,62-2,3 bits/ind). Es importante señalar que los altos valores de diversidad obtenidos en el presente trabajo, con respecto a datos de áreas del Caribe y otras regiones de Venezuela podrían deberse a la combinación de varios factores, tales como las características fisicoquímicas del golfo en particular, donde presenta una marcada influencia por los procesos de surgencia característicos de la costa nororiental de Venezuela (44, 1) unido a la cercanía con otros ecosistemas que se desarrollan dentro del Golfo, así como a los ciclos reproductivos y patrones de conducta de las diferentes especies (21).

Por otra parte, estos altos valores de diversidad obtenidos tanto por el índice de Shannon-Wiener como por el IRS, en las estaciones E₁ y E₃, reflejan un máximo aprovechamiento del espacio por parte de muchas especies, lo que sugiere a la vez una mayor cantidad de interacciones entre especies (36). Estas interacciones no sólo se presentarían entre organismos típicos del manglar, sino con especies provenientes de ecosistemas vecinos, tales como las praderas de fanerógamas y los parches coralinos, como se presentan en estas estaciones. 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. También por el hecho de existir una mayor diversidad en este ecosistema, hace que existe mayor complejidad estructural o heterogeneidad de habitats en las raíces de mangle, lo que a su vez ofrece más variedad de microhabitats potencialmente disponibles y por lo tanto más especies que en habitats más homogéneos (45, 7).

Las bajas diversidades registradas en las estaciones E₄ y E₆, se deben a las condiciones fluctuantes de salinidad y temperatura. Margalef (38) señaló que la diversidad de especies es baja en comunidades transitorias, explotadas o bajo condiciones fluctuantes. Este último aspecto es característico de la estación E₆, la cual se encuentra ubicada muy cerca de la desembocadura del río Santa Fe, en donde las variaciones de salinidad oscilaron entre 7-33‰, así como una elevada descarga de materia orgánica y acumulación de sedimento en el fondo. Por otra parte, la baja diversidad de la estación E₄, podría estar relacionada, con la abundancia en el número de individuos de las especies *S. apioceros* y *P. americanus*, las cuales dominaron en un 40% y 20% respectivamente, del total de los crustáceos colectados en esta estación. Margalef (38) mencionó que cuando existe una especie dominante en número sobre otra en una comunidad, las diversidades son bajas; igualmente, Abele (42), indica que las especies dominantes en un área son las que se adaptan a alguna característica del substrato y demostró que la principal adaptación de las especies de las raíces de los manglares son los apéndices especializados para mantenerse colgados como es el caso típico de *P. armatus*.

Dentro de los ecosistemas estudiados, las estaciones E₁ y E₃ presentaron los mayores valores de diversidad, equitabilidad y baja dominancia, debido posiblemente a condiciones ambientales similares y mayor disponibilidad de microhabitats. Sin embargo, las estaciones más similares fueron E₁ y E₂; tal afinidad se debe a que presentan condiciones muy parecidas en cuanto a: sedimento, condiciones hidroquímicas (temperatura y salinidad), extensiones de manglares y ecosistemas vecinos (praderas de fanerógamas, zonas rocosas y coralinas), lo que permitió la presencia de un número similar de especies a lo largo del período de estudio.

El porcelánido *P. armatus* constituyó el mayor porcentaje del total de individuos de

los crustáceos, siendo muy abundante en las estaciones E₁ y E₂, mientras que en la estación E₆ se registró un solo ejemplar; esta baja abundancia en esta última estación, nos indica posiblemente que esta especie no soporta las altas temperatura y las bajas salinidad que caracterizan a esta estación. No obstante, estos resultados concuerdan con los obtenidos por Pérez & Victoria (15) para el Caribe Colombiano y Morao (25) para la Laguna de la Restinga, los cuales señalan a esta especie como eurihalina.

La especie *S. apioceros* fue colectada en todas las estaciones, lo que indica que es una especie que tolera fluctuaciones de temperatura y salinidad, coincidiendo con los resultados obtenidos por Pérez & Victoria (15) y Reyes & Campos (21) para el Caribe Colombiano y Maza (46) para la Isla de Margarita.

La ausencia de *Pilumnus dasypodus* en las estaciones E₄, E₅ y E₆ nos indica posiblemente que es una especie que no soporta condiciones fluctuantes en la salinidad, ya que fue muy abundante en las estaciones que están ubicadas hacia la boca del golfo, es decir que tienen una gran influencia de aguas abiertas. *Periclimenes americanus*, es otra especie que ha sido señalada por Pérez & Victoria (15) y Maza (46) como eurihalina y característica de bosques de manglar. Rodríguez (29) y William (30) señalaron que esta especie es muy abundante en las raíces de mangle, ya que se encuentra comúnmente y en grandes cantidades entre las colonias de mitilidos. De manera similar, los isópodos *Excirrolana mayana*, *Exocorallana* sp₁, *Exocorallana* sp₂ y *Paracerceis* sp., también se encontraron en las estaciones de la costa norte (E₁ y E₂), lo que nos indica una vez más que estas especies evitan las salinidades bajas; por lo que se consideran especies de baja tolerancia y estrictamente marinas (halladas en salinidades > 20‰) según lo señalado por Pérez & Victoria (15).

La ausencia de correlación entre la abundancia total de crustáceos y los factores ambientales estudiados no muestran

una relación clara entre la presencia de estos individuos y la variación de estos factores, indicando estadísticamente, que la abundancia no depende de las variaciones ambientales observadas durante el estudio. Sin embargo, se observó claramente que en ciertas estaciones, las variaciones de temperatura y salinidad son factores importantes, que probablemente estén influyendo en la distribución y abundancia de ciertas especies, por lo que estudios más detallados se hacen necesarios para poder dilucidar el efecto de los factores ambientales sobre la abundancia de estos organismos.

Agradecimientos

Este trabajo es parte de la tesis de Magíster 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 F. Marchan, C. Moreno y A. Antón.

Referencias Bibliográficas

1. OKUDA T. *Bol Inst Oceanogr Venezuela Univ Oriente* 14(2): 251-268, 1975.
2. DAY J., CONNER W., LEY-LOU F., DAY R., NAVARRO A. *Aquatic Botany* 27: 267-284, 1987.
3. HOLMER M., BACHMANN A. *Mar Ecol Progr Ser* 230: 87-101, 2002.
4. HUTCHINGS P., SAENGER P. *Ecology of mangrove*. Univer. Queensland Press, Queensland. Brisbane (Australia), pp. 388, 1987.
5. JIMÉNEZ J. *Mangrove forests of the Pacific coast of Central America* (En: Coastal Plant Communities of Latin America. Academic Press), Barcelona (España), pp. 259-267, 1992.
6. CHAPMAN V.J. *Mangrove vegetation*. Ver-laj J. Cramer. Lehre, New Cork (USA) pp. 600, 1976.
7. PIANKA E. *Ecología evolutiva*. Ediciones OMEGA, S.A., Barcelona (España), pp. 365, 1982.
8. JIMÉNEZ J., SAUTER K. *Estuaries* 14(1): 49-56, 1991.
9. SERRANO-DÍAZ L., BOTERO L., CARDONA P., MANCERA-PINEDA J. *An Inst Invest Mar Punta Betín* 24: 135-164, 1995.
10. CINTRÓN G., SCHAEFFER-NOVELLI Y. *Introducción a la ecología del manglar*, UNESCO-ROSTLAC, Montevideo (Uruguay), pp. 107, 1983.
11. BOTO K., WELLINGTON J. *Estuaries* 7(1): 61-69, 1984.
12. CERVIGÓN F., GÓMEZ A. *Las lagunas litorales de la Isla de Margarita. Sus Recursos y su Conservación*. Fundación Científica Los Roques. pp. 89, 1986.
13. RUTZLER K. 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, 1969.
14. VICTORIA C., PÉREZ M. *Inf Mus Mar* 21: 1-27, 1979.
15. PÉREZ M., VICTORIA C. Algunos aspectos de la comunidad asociada a las raíces sumergidas del mangle rojo en dos áreas del Caribe Colombiano. En *"Memorias del Seminario" sobre el estudio científico e impacto humano en el ecosistema de manglares* UNESCO, Colombia: 251-224, 1980.
16. LALANA R., PÉREZ M. *Rev Invest Marinas* VI (2-3): 45-57, 1985.
17. LALANA R., ALVAREZ M., ORTIZ M., PÉREZ M., VELEDO T. *Rev Invest Marinas* VI(2-3): 59-71, 1985.
18. LALANA R., ORTIZ M. *Rev Invest Marinas* 13(3): 205-214, 1992.
19. INCLÁN R. *Ciencias Marinas* 15(1): 1-20, 1989.
20. REYES R., CAMPOS N. *An Inst Invest Mar Punta Betín* 21: 101-116, 1992.
21. REYES R., CAMPOS N. *Caldasia* 17(1): 133-148, 1992.

22. RODRÍGUEZ G. *Bull Mar Sci Gulf and Carib* 13(2): 197-218, 1963.
23. SUTHERLAND J.P. *Marine Biology* (58): 75-84, 1980.
24. PANNIER F. *Los manglares de nuestras costas*. Ambiente. MARNR (5): 15-18, 1983.
25. MORAO A. 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 Grado en Biología Marina). Universidad de Oriente, Núcleo de Sucre, Cumaná (Venezuela), pp. 89, 1983.
26. ORDOSGOITTI R. Estudio ecológico de la epifauna en raíces sumergidas del mangle *Rhizophora mangle* en la bahía de Mochima. (Tesis de Grado en Biología Marina). Universidad de Oriente, Núcleo de Sucre, Cumaná (Venezuela), pp. 90, 1985.
27. MÁRQUEZ B., JIMÉNEZ M. *Rev Biol Trop* 50 (3-4): 1101-1112, 2002.
28. RATHBUN M. *The cancrioid crabs of America of the families Euryalidae, Portunidae, Atelecyclidae, Cancridae and Xanthidae*. United States Government Printing office Washington. pp. 609, 1930.
29. RODRÍGUEZ G. *Crustáceos decápodos de Venezuela*. Centro de Ecología. Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas. Caracas. pp. 949, 1980.
30. WILLIAMS A. *Shrimps, lobsters and crabs of the Atlantic coast of the eastern United States, Maine to Florida*. Smithsonian Institution Press. Washington, D.C. (USA), pp. 550, 1984.
31. BARNARD J.L. *The families and genera of marine Gammaridean Amphipoda*. Smithsonian Institution. Museum of Natural History. National Museum (USA), Bulletin 271, pp 535, 1969.
32. ORTIZ M. *An Inst Invest Mar Punta Betín* (23): 59-101, 1994.
33. KENSLEY B., SCHOTTE M. *Guide to the marine isopod crustaceans of the Caribbean*. Smithsonian Institution Press Washington, D. C., and London. pp. 308, 1989.
34. GRANADILLO L., UROSA L. *Bol Inst Oceanogr Venezuela Univ Oriente* 23(1-2):15-41, 1984.
35. STRICKLAND J., PARSONS T. *Bull Fish Res Bd Canadá* 125: 310, 1972.
36. SANDERS H. *Amer Natur* 102: 243-282, 1968.
37. KREBS C. *Ecological methodologycal*. Ed. Harper & Rew. Publisher, Nueva York (USA), p. 654, 1989.
38. MARGALEF R. *Ecología*. Ediciones Omega, S.A. Barcelona, España. pp 961, 1995.
39. SOKAL J., ROLFH F. *Biometry*, W.H. Freeman and Company, New York (USA). pp. 859, 1981.
40. ODUM W., HEALD E. *Bull Mar Sci* 22(3): 671-738, 1972.
41. KINNE O. *Physiology of estuarine organisms with special reference to salinity and temperature: general aspects*. (Eds. G. H. LAUFF) Estuaries. Publi. Amer. Ass. Adv. Sci., 83, Washington (USA). pp. 757, 1967.
42. ABELE L.G. *Ecology* 55: 156-161, 1974.
43. BACON P.R. *The ecology of Caroni swamp, Trinidad*. The central statistical office Printing. Unit. (Trinidad) pp. 68, 1970.
44. BONELLS P., OKUDA T., BONILLA J., GAMBOA B., CEDEÑO G. *Bol Inst Oceanogr Univ Oriente* 29 (1-2): 27-41, 1990.
45. HAIR J.D. *Medida de la diversidad ecológica* 283-289. (En: Manual de Técnicas de gestión de vida Silvestre). Cuarta ed. WWF, pp. 703, 1987.
46. MAZA M. Taxonomía, distribución y abundancia de los crustáceos de la Laguna del Morro de Porlamar, Isla de Margarita, Edo. Nueva Esparta, Venezuela. (Tesis de Grado en Biología Marina). Universidad de Oriente, Núcleo de Sucre, Cumaná (Venezuela), pp. 96, 1986.