

Figure 1. *Thyrolambrus astroides* Rathbun, male from Socorro Island, Mexico. A, dorsal view. B, frontal view. C, ventral view.

the Caribbean, it brings the west Atlantic form much closer to the Isthmus of Panama, which it must have transgressed, if the two forms (west Atlantic and Pacific insular) are conspecific.

ACKNOWLEDGMENTS

I thank Richard C. Brusca and Joel W. Martin, past and present curators of Crustacea, Los Angeles County Natural History Museum, for providing the specimen collected by P. L. Haaker and arranging for its illustration.

LITERATURE CITED

- Alcock, A. 1895. Materials for a carcinological fauna of India, No. 1. The Brachyura Oxyrhyncha. *Journal of the Asiatic Society of Bengal* 64:157-291.
- Alcock, A., and A. R. S. Anderson. 1896. Illustrations of the Zoology of the Investigator. Crustacea, part 5, plates 16-25. Indian Museum, Calcutta, India.
- Campos, C., N. Hernando, and G. Manjarres. 1990. Tres nuevos registros de la familia Parthenopidae (Crustacea: Brachyura: Parthenopidae) del Caribe colombiano. *Caribbean Journal of Science* 26:130-135.
- Garth, J. S. 1958. Brachyura of the Pacific coast of America. Oxyrhyncha. *Allan Hancock Pacific Expeditions* 21:1-854.
- Nutting, C. C. 1895. Narrative and preliminary report of Bahama Expedition. *Bulletin of the Laboratories of Natural History of the State University of Iowa* 3:1-251.
- Rathbun, M. J. 1894. Descriptions of a new genus and four new species of crabs from the Antillean region. *Proceedings of the United States National Museum* 17:83-86.
- Rathbun, M. J. 1898. The Brachyura collected by the U.S. Fish Commission steamer Albatross on the voyage from Norfolk, Virginia, to San Francisco, California, 1887-1888. *Proceedings of the United States National Museum* 21:567-616.
- Rathbun, M. J. 1925. The spider crabs of America. *United States National Museum Bulletin* 129:1-613.



PROCEEDINGS

of the

San Diego Society of Natural History

Founded 1874

Number 24

1 November 1992

The Brachyuran Crabs of the Revillagigedo Islands, Colima, Mexico, with Remarks on Insular Endemism in the Eastern Tropical Pacific

John S. Garth

Allan Hancock Foundation, University of Southern California, Los Angeles, California 90089-0372, U.S.A

ABSTRACT.—The Revillagigedo Islands occupy the same geographical position relative to Mexico as do the Galapagos Islands to Ecuador, each being several hundred miles west of mainland America. These islands were visited by the "Velero III" in January 1934, June 1934, and March 1939. Thirteen stations, yielding 11 families, 30 genera, and 32 species of brachyurans, were sampled at Socorro Island. Fifteen stations, yielding 8 families, 33 genera, and 37 species of brachyurans, were sampled at Clarion Island. Of these, only the oxystomatous and allied crabs, the new species, the families Majidae and Parthenopidae, and the family Portunidae have been reported, by Rathbun (1937), Garth (1946, 1958), and Garth and Stephenson (1966), respectively.

Preliminary findings suggest that, of the Revillagigedo Islands, Clarion alone supports endemic brachyuran species (*Tyche clarionensis*, *Mithrax clarionensis*). It also shares with Socorro and the Galapagos (or Cocos) species that do not occur on the mainland except at Cabo San Lucas (Baja California Sur), which for tropical species is an island (*Clythrocerus laminatus*, *Ehalia clarionensis*, *Xanthodius cooksoni*); for these species, the term "insular endemic" is proposed.

As compared with the Galapagos, the Revillagigedos contain proportionately fewer species with Atlantic analogues, probably owing to their greater remoteness from isthmian closure events. On the other hand, they contain Indo-West Pacific species not found in the Galapagos, such as *Pachygrapsus minutus*, because the 10° latitudinal displacement of the earth's oceanographical equator north of its geographical equator makes the east-flowing Equatorial Countercurrent a distinctly northern hemisphere phenomenon.

RESUMEN.—Las Islas Revillagigedo ocupan una posición similar, respecto a las costas de México, que las Islas Galápagos con respecto a Ecuador. Estas islas fueron visitadas por el "Velero III" en enero de 1934, en junio de 1934 y en marzo de 1939. Trece estaciones fueron muestreadas en Socorro y se encontraron 11 familias de Brachyura, incluyendo 30 géneros con 32 especies. Quince estaciones fueron visitadas en Clarion y se colectaron 8 familias, incluyendo 33 géneros con 37 especies. De todas estas especies, hasta la fecha sólo se han reportado los Oxystomata y aliados las especies nuevas, las especies de Majidae y Parthenopidae, y las especies de Portunidae, todas por M. J. Rathbun en 1937, por J. S. Garth en 1946 y 1958, y por J. S. Garth y W. Stephenson en 1966, respectivamente.

Además del material recolectado por el "Velero III," las colecciones de la "Hancock Foundation" contienen otras pequeñas series de especímenes de las Islas Revillagigedo: de Socorro y San Benedicto recolectada por B. H. Brattstrom en marzo de 1953, y donado por Jack Littlepage; de Socorro, recolectada por Camm Swift, en febrero de 1971; de Socorro, recolectadas por Robert Lavenberg en el "R/V Searcher," en noviembre de 1978, de Socorro, recolectada por P. L. Haaker, en noviembre de 1984.

Los resultados preliminares sugieren que, entre las Islas Revillagigedo, la Isla Clarion posee unas especies endémicas propias (*Tyche clarionensis*, *Mithrax clarionensis*). También, comparte con Socorro y las Galápagos (o Cocos) algunas especies que no se encuentran en el continente, excepto en Cabo San Lucas, que en el caso de las especies tropicales es una isla (*Clythrocerus laminatus*, *Ehalia clarionensis*, *Xanthodius cooksoni*); para estas especies, se propone el término de "endémicas insulares."

Comparativamente con las Islas Galápagos, las Islas Revillagigedo contienen un número proporcionalmente inferior de especies que poseen un análogo del Atlántico, debido a su mayor alejamiento respecto a los eventos de cierre del istmo. Por otra parte, poseen especies del Indo-Pacífico oeste que no se encuentran en las Galápagos, tales como *Pachygrapsus minutus*, porque el desplazamiento latitudinal del ecuador oceanográfico, 10 grados al norte del ecuador geográfico, hace de la contracorriente ecuatorial (que se desplaza hacia el norte) un fenómeno distintamente asociado con el hemisferio norte.

INTRODUCTION

An excellent paper on stomatopod and decapod crustaceans of Clarion Island by Hernández et al. (1986) served to remind me that, although I have treated separately the brachyuran crustacean faunas of the Galapagos (Garth 1946), Clipperton (Garth 1965), and Easter

(Garth 1973) Islands, I have yet to treat the Revillagigedo Islands, comprising Clarion, Socorro, and San Benedicto, as a faunistic unit. Rather, I have published preliminary descriptions of new species (Garth 1939, 1940) and have incorporated previously unpublished material from these islands into monographs on the Oxyrhyncha (Majidae, Parthenopidae) (Garth 1958) and the Brachyryhyncha

(Portunidae only) (Garth and Stephenson 1966). As monographs on the remaining brachyrynchous families (Xanthidae, Goneplacidae, Pinnotheridae, Grapsidae, and Ocypodidae) may be long in forthcoming, I welcome the opportunity to review the published records from these islands, and to incorporate the previously unreported material in the collections of the Allan Hancock Foundation.

THE HANCOCK CRUISES

Under the command of the late Capt. Allan Hancock, the "Velero III" explored the waters of the tropical eastern Pacific, from Mexico to Peru, including offshore islands, from 1931 to 1941. Two of the major expeditions touched at the Revillagigedo Islands: the cruise of 1934 while en route to the Galapagos Islands, and the cruise of 1939 while en route to Panama and the Caribbean. Scientists accompanying these cruises were C. McLean Fraser (coelenterates), John S. Garth (crustaceans), Harold W. Manter (trematodes), Waldo L. Schmitt (crustaceans), and Fred C. Ziesenhenné (echinoderms) in 1934, John S. Garth (crustaceans), William R. Taylor (marine botany), and Fred C. Ziesenhenné (echinoderms) in 1939. Listed as member of this cruise, Waldo L. Schmitt joined the ship at Panama and did not participate in the cruise's Pacific portion.

Islands and dates visited by the "Velero III" were Socorro Island, 2–5 January and 8–9 June 1934 and 18 March 1939; Clarion Island, 5 January and 10–11 June 1934 and 16–17 March 1939. Collecting methods included shore collecting by hand at Braithwaite Bay, Socorro Island, and at Sulphur Bay, Clarion Island, and dredging in depths of from 10 to 50 fathoms (18.2 to 91.5 m) on bottoms of sand, nullipores, coralline algae, and rock. *Pocillopora* coral was examined for commensals at both Socorro and Clarion islands.

Crabs belonging to the oxystomatous and related families collected by the "Velero III" in 1934 were taken by W. L. Schmitt directly to Washington, D.C., where they were studied and reported upon by Rathbun in a monograph then in preparation (Rathbun 1937). Included were three new species from the Revillagigedo Islands: *Clythrocerus laminatus*, *Ebalia hancocki*, and the endemic *Ebalia clarionensis*. Types of these species, as of other cruises in which Dr. Schmitt participated, were deposited in the United States National Museum.

OTHER CRUISES

The Presidential Cruise of 1938 stopped briefly at Socorro Island en route to the Galapagos Islands. Brachyurans collected by W. L. Schmitt, naturalist aboard the U.S.S. "Houston," on 20 July 1938, included *Grapsus grapsus*, *Ozius perlatus*, *Xanthodius cooksoni*, and *Gecarcinus planatus* (Schmitt 1939). Specimens are in the U. S. National Museum.

In addition to material collected by the "Velero III," the Allan Hancock Foundation houses several small collections from the Revillagigedo Islands: from Socorro and San Benedicto, March 1953, B. H. Brattstrom, collector, Jack Littlepage, donor; from Socorro, February 1971, Camm Swift, collector; and from Socorro, November 1978, Robert Lavenberg, collector, R/V "Searcher" and November 1984, P. L. Haaker, collector.

RESULTS

Brachyura collected by the Velero III at Clarion Island included 41 species belonging to 39 genera and 9 families. Brachyura collected by the "Velero III" at Socorro Island included 36 species belonging to 30 genera and 11 families. Families found at Socorro but not at Clarion were the Goneplacidae and Gecarcinidae. Genera

found at Clarion but not at Socorro were *Clythrocerus*, *Mursia*, *Acanthonyx*, *Herbstia*, *Hemus*, *Lissa*, *Maiopsis*, *Tyche*, *Thyrolambrus*, *Cataleptodius*, *Lophopanopeus*, *Ozius*, *Epixanthus*, and *Geograpsus*. Genera found at Socorro but not at Clarion were *Solenolambrus*, *Globopilumnus*, *Euryplax*, and *Gecarcinus*.

Brachyura reported by Hernandez et al. (1986) from Clarion Island included 21 species belonging to 20 genera and 4 families, including the Gecarcinidae, not found by the "Velero III." Genera found by Hernandez et al., but not by the Velero III, at Clarion were *Eucinotops*, *Platypodiella*, *Planes*, and *Percnon*. With these welcome additions, the known Clarion Island brachyuran fauna now comprises 45 species belonging to 43 genera and 10 families. Unfortunately, no similar comparison with Socorro Island is possible. The composite list for both Clarion and Socorro Islands comprises 61 species belonging to 50 genera and 13 families (See Table 1). San Benedicto and Roca Partida are insufficiently known to warrant separate listing.

By way of comparison, the Galapagos Islands support 120 species of brachyurans belonging to 91 genera and 15 families (Garth 1991). The Galapagos, however, is an archipelago comprising 11 major islands and numerous smaller ones, of which several are separated from the main island mass by deep water, as is Clarion from Socorro. Families found in the Galapagos, but not yet in the Revillagigedos, are the Dynomenidae, Atelecyclidae, and Pinnotheridae; a family found in the Revillagigedos, but not in the Galapagos, is the Gecarcinidae.

The fauna of Clipperton Island, an isolated coral atoll, comprises 34 species belonging to 26+ genera and 9 families (Garth 1965). Among its families is the Cryptochiridae (formerly Hapalocarcinidae), and among its genera is *Thalamita* (Portunidae), the sole representative of an Indo-West Pacific subfamily. That these islands and island groups, none of which has ever been connected to the mainland, nor to each other, share so many taxa is a tribute to the effectiveness of random dispersal of larval stages by ocean currents over extended periods of time.

All islands of the eastern tropical Pacific share with the Indo-West Pacific the coral-inhabiting species *Trapezia ferruginea*, *T. digitalis*, *Domecia hispida*, and *Liomera cinctimana* (see Garth 1974). These are obligatory commensals of *Pocillopora*, as is the coral-gall crab, *Hapalocarcinus marsupialis*, also shared with the Indo-West Pacific. Of independently living Indo-West Pacific species, *Pachygrapsus minutus* occurs at Clarion and at Clipperton but not in the Galapagos, while *Thalamita* occurs only at Clipperton, the only eastern Pacific coral atoll. It appears that Clipperton is more strongly under Indo-West Pacific influence than is either Clarion or Socorro, while Clarion, in turn, is more strongly so than are the Galapagos Islands. The east-flowing Equatorial Countercurrent, which follows a course well north of the geographical equator, on which the Galapagos are situated, impinges most directly on the northern hemisphere islands of Clipperton and, it seems, the Revillagigedos.

ENDEMISM

Apparently only Clarion, the more isolated of the two main islands (the other being Socorro), has exclusive endemics among the Brachyura. These are *Tyche clarionensis* and *Mithrax sinensis clarionensis* (typical *sinensis* occurs at Socorro and in the Gulf of California). Shared with Socorro, and also with Cocos Island, its type locality, is *Portunus brevimanus*. Shared by Socorro and the Galapagos is *Ebalia hancocki*; shared by Clarion and the Galapagos is *Clythrocerus laminatus*.

"When it is considered that the tip of the peninsula of Baja California is effectively isolated from the opposite mainland by deep water, and that there is no approach in the littoral for Panamic

TABLE 1. Distribution of Revillagigedo Islands Brachyura.

	Endemic (Clarion)	Insular endemic	Gulf of California	Panamic	Western Atlantic	Indo- Pacific	Origin or affinity ^a
Raninidae							
<i>Ranlia fornicata</i> (Faxon)				X	an ^b		ATL
Dromiidae							
<i>Hypoconcha californiensis</i> Bouvier			X				EP
<i>Hypoconcha panamensis</i> Smith				X	an		ATL
Cyclodorippidae							
<i>Clythrocerus lamunatus</i> Rathbun		X		X	an		ATL
Leucosiidae							
<i>Ehalia clarionensis</i> Rathbun	X						EP
<i>Ehalia hancocki</i> Rathbun		X					EP
Calappidae							
<i>Cycloes bairdii</i> Stimpson				X	X		ATL
<i>Mursia gaudichaudii</i> Milne Edwards				X			EP
Majidae							
<i>Acanthonyx petiverii</i> Milne Edwards			X	X	X		ATL
<i>Eucinetops rubellula</i> Rathbun			X				EP
<i>Euprognatha bifida</i> Rathbun			X	X	an		ATL
<i>Herbstia tumida</i> (Stimpson)				X	an		ATL
<i>Hemus finneganae</i> Garth			X	X			EP
<i>Lissa tuberosa</i> Rathbun			X	X	an		ATL
<i>Maiopsis panamensis</i> Faxon				X			EP
<i>Microphrys platysoma</i> (Stimpson)			X	X	an		ATL
<i>Mithrax clarionensis</i> Garth	x						EP
<i>Mithrax pygmaeus</i> Bell				X			EP
<i>Mithrax sinensis</i> Rathbun			X	X			EP
<i>Pitho sexdentata</i> Bell			X	X	an		ATL
<i>Podoc hela hemphillii</i> (Lockington)					an		ATL
<i>Podoc hela vestita</i> (Stimpson)			X	X	an		ATL
<i>Stenorhynchus debilis</i> (Smith)			X	X	an		ATL
<i>Teleophrys cristulipes</i> Stimpson			X	X	an		ATL
<i>Thoe sulcata</i> Stimpson			X	X	an		ATL
<i>Tyche clarionensis</i> Garth	X						EP
Parthenopidae							
<i>Aethra scutata</i> Smith			X			X	WP
<i>Parthenope exilipes</i> (Rathbun)			X	X	an		ATL
<i>Parthenope triangula</i> (Stimpson)		X	X				EP
<i>Solenolambrus arcuatus</i> Stimpson			X	X	an		ATL
<i>Thyrolambrus astroides</i> Rathbun					X	X	ATL/EP
<i>Thyrolambrus glasselli</i> Garth			X	X	an		ATL
Portunidae							
<i>Portunus brevimanus</i> (Faxon)		X					EP
<i>Portunus tuberculatus</i> (Stimpson)			X	X			EP
Xanthidae (sensu Rathbun)							
<i>Cataleptodius occidentalis</i> (Stimpson)			X		an		ATL
<i>Cycloxanthus vittatus</i> (Stimpson)			X	X			WP
<i>Daira americana</i> Stimpson			X	X			WP
<i>Domecia hispida</i> (Eydoux & Souleyet)			X	X		X	WP
<i>Epixanthus tenuidactylus</i> (Lockington)			X	X			EP
<i>Globopilumnus xantusii</i> (Stimpson)				X			EP
<i>Liomera cinctimana</i> (White)			X	X		X	WP
<i>Lophopanopeus maculatus</i> Rathbun			X	X			EP
<i>Microcassiope xantusii</i> (Stimpson)			X	X	an		ATL
<i>Nanocassiope polita</i> (Rathbun)			X	X	an		ATL
<i>Ozius perlatus</i> Stimpson			X	X	an		ATL
<i>Panopeus latus</i> Faxon			X	X			EP
<i>Parataea sulcata</i> (Stimpson)			X	X	an		ATL
<i>Platypodiella rotundata</i> (Stimpson)			X	X	an		ATL
<i>Trapezia digitalis</i> Latreille			X	X		X	WP
<i>Trapezia ferruginea</i> Latreille			X	X		X	WP
<i>Xanthodius cooksoni</i> (Miers)		X			an		ATL
Goneplacidae							
<i>Euryplax polita</i> Smith				X	an		ATL
Palicidae							
<i>Palticus lucasii</i> Rathbun			X		an		ATL

(Continued)

TABLE 1 (Cont.).

	Endemic (Clarion)	Insular endemic	Gulf of California	Panamic	Western Atlantic	Indo- Pacific	Origin or affinity ^a
Grapsidae							
<i>Geograpsus lividus</i> (Milne Edwards)			X	X	X		ATL
<i>Grapsus grapsus</i> (Linnaeus)			X	X	X		ATL
<i>Pachygrapsus minutus</i> Milne Edwards						X	WP
<i>Pachygrapsus transversus</i> (Gibbes)			X	X	X		ATL
<i>Percnon gibbesi</i> (Milne Edwards)			X	X	X		ATL
<i>Percnon planusimum</i> (Herbst)						X	WP
<i>Planes cyanus</i> Dana			X	X		X	WP
Gecarcinidae							
<i>Gecarcinus planatus</i> Stimpson		X	X	X			EP
Total	6	6	41	45	7/25 an	9	

^aATL, West Atlantic (32 = 52.5%); EP, East Pacific (19 = 31.3%); WP, West Pacific (10 = 16.4%)

^ban, analogue

species except through the upper Gulf of California, which effectively filters them out, it is seen that, for warm-water, littoral species the Cape San Lucas region is an island, and like all islands, subject to random dispersal. And just as there are brachyuran species common to Clarion and Galapagos (*Ebalia hancocki*), and to Clarion and Cocos (*Portunus brevimanus*), so should we expect to find species common to insular Cape San Lucas (as distinguished from the Gulf of California in its predominantly Panamic relationship) and these island outposts."

"Once this is understood, the finding of the supposed Galapagos endemic, *Leptodius* [now *Xanthodius*] *cooksoni*, first at Clarion Island, and, more recently, in isolated colonies along the peninsular Gulf coast as far north as Puerto Escondido, becomes less surprising; while the range of *Parthenope triangula*, Cape region from Magdalena Bay to Puerto Escondido, Socorro, Clarion, and Galapagos islands, and, finally, La Plata Island, Ecuador, fits a pattern of random dispersal of the insular type. Furthermore, the fact that 11 brachyuran species common to the Cape San Lucas region and the Galapagos Islands have no Atlantic analogues is a strong indication that they have never occurred in the Bay of Panama" (Garth 1960:118-119).

Written 30 years ago, these observations are reinforced by current studies of the Revillagigedo Islands. I therefore propose that a new biogeographic category, the "insular endemic," be recognized to include species found at islands or island groups in the eastern Pacific, including the Cape San Lucas region of Baja California, but not on the adjacent Mexican mainland.

LITERATURE CITED

- Garth, J. S. 1939. New brachyuran crabs from the Galapagos Islands. Allan Hancock Pacific Expeditions 5:9-29.
- Garth, J. S. Some new species of brachyuran crabs from Mexico and the Central and South American mainland. Allan Hancock Pacific Expeditions 5:53-95.
- Garth, J. S. 1946. Littoral brachyuran fauna of the Galapagos Archipelago. Allan Hancock Pacific Expeditions 5:341-601.
- Garth, J. S. 1958. Brachyura of the Pacific coast of America. Oxyrhyncha. Allan Hancock Pacific Expeditions 21:1-854.
- Garth, J. S. 1960. Distribution and affinities of the brachyuran Crustacea. In The biogeography of Baja California and adjacent seas. Part II. Marine biotas. Systematic Zoology 9:105-123.
- Garth, J. S. 1965. The brachyuran decapod crustaceans of Clipperton Island. Proceedings of the California Academy Sciences, 4th ser. 33:1-46.
- Garth, J. S. 1973. The brachyuran crabs of Easter Island. Proceedings of the California Academy Sciences, 4th ser. 39:311-336.
- Garth, J. S. 1974. On the occurrence in the eastern tropical Pacific of decapod crustaceans commensal with reef-building corals. Proceedings of the Second International Coral Reef Symposium, Brisbane 1:397-404.
- Garth, J. S. 1991. Taxonomy, distribution, and ecology of Galapagos Brachyura. Pp. 123-145 in M. J. James (ed.). Galapagos Marine Invertebrates. Plenum, New York, U.S.A.
- Garth, J. S. and W. Stephenson. 1966. Brachyura of the Pacific coast of America. Brachyrhyncha: Portunidae. Allan Hancock Monographs in Marine Biology 1:1-154.
- Hernández Aguilera, J. L., I. López Salgado, and P. Sosa Hernández. 1986. Fauna carcinológica insular de México. I. Crustáceos estomatópodos y decápodos de Isla Clarion. Investigaciones Oceanograficas 3(1):183-250.
- Rathbun, M. J. 1937. The oxystomatous and allied crabs of America. United States National Museum Bulletin 166:1-278.
- Schmitt, W. L. 1939. Decapod and other Crustacea collected on the Presidential Cruise of 1938. Smithsonian Miscellaneous Collections 98 (6):1-29.

APPENDIX. MATERIAL EXAMINED

In the following list, M = male, F = female, ov = ovigerous, y = young: 917-39 and similar configurations are R/V "Veleró III" station numbers; Searcher 50 is a station number of the R/V "Searcher"; collectors' names are given only for persons collecting independently of these two vessels; Rathbun (1937) indicates previously published in U.S. National Museum Bulletin 166, "Oxystomatous and Allied Crabs of America."

RANINIDAE

Ranilia fornicata (Faxon, 1893)

Clarion: 917-39, 1 M, 1 F; 918-39, 3 M, 3 F (1 ov);
919-39, 1 F; 921-39, 4 specimens.
Socorro: 924-39, 2 M, 3 F (1 ov).

DROMIIDAE

Hypoconcha californiensis Bouvier, 1898

Clarion: 919-39, 1 F.

Hypoconcha panamensis Smith, 1896

Socorro: 132-34, 1 y (Rathbun, 1937), 3 y.

CYCLODORIPPIDAE

Clythrocerus laminatus Rathbun, 1935

Clarion: 135-34, 5 F (4 ov) (Rathbun, 1937); 133-34, 1 M, 5 y.

LEUCOSIIDAE

Ebalia clarionensis Rathbun, 1935

Clarion: 135-34, 1 M, holotype (Rathbun, 1937)

Ebalia hancocki Rathbun, 1933

Socorro: 132-34, 1 F ov (Rathbun, 1937)

CALAPPIDAE

Cycloes hairdii Stimpson, 1860

Clarion: 135-34, 1 chela (Rathbun, 1937); 301-34, 1 M; 302-34, 1 M, 1 F; 304-34, 2 M; 915-39, 12 y; 917-39, 2 y; 918-39, 2 M; 921-39, 1 M, 1 F.

Socorro: 129-34, 3 y, fragment; 133-34, 1 M, 5 y; 291-34, 4 M; 293-34, 1 M; 294-34, 1 M; 295-34, 1 y; 922-39, 8 specimens; 924-39, 14 specimens; 926-39, 1 M.

Mursia gaudichaudii (Milne Edwards, 1837)

Clarion: 921-39, 3 y.

MAJIDAE

Acanthonyx petiverii Milne Edwards, 1834

Clarion: 140-34, 1 M, 2 F.

Euprognatha bifida Rathbun, 1893

Clarion: 135-34, 16 M, 31 F (24 ov); 136-34, 3 M, 1 F; 301-35, 1 M, 1 F ov; 917-39, 2 M, 3 F ov; 918-39, 2 M; 921-39, 1 F ov. Socorro: 132-34, 2 M; 133-34, 5 M, 7 F (6 ov); 922-39, 1 M; 924-39, 1 F ov; 926-39, 1 M.

Hemus finneganae Garth, 1958

Clarion: 134-34, 1 M; 136-34, 1 F ov.

Herbstia tumida Stimpson, 1871

Clarion: 140-34, 1 F ov.

Lissa tuberosa Rathbun, 1893

Clarion: 919-39, 1 M; 304-34, 1 F ov.

Maiopsis panamensis Faxon, 1893

Clarion: 918-39, 1 F.

Microphrys platysoma (Stimpson, 1860)

Socorro: 291-34, 1 F.

Mithrax (Mithrax) pygmaeus Bell, 1835

Socorro: 131-34, 1 F.

Mithrax (Mithrax) sinensis clarionensis Garth, 1940

Clarion: 917-39, 6 M, 5 F (2 ov); 305-34, 1 M, paratype.

Socorro: 133-34, 1 y.

Mithrax (Mithrax) sinensis sinensis Rathbun, 1892

Socorro: 131-34, 1 F.

Pitho sexdentata Bell, 1835

Clarion: 915-39, 1 F.

Socorro: 291-34, 1 F; 922-39, 1 M.

Podochela vestita (Stimpson, 1871)

Socorro: 290-34, 1 M.

Podochela hemphillii (Lockington, 1877)

Clarion: 921-39, 1 F ov.

Stenorhynchus debilis (Smith, 1871)

Clarion: 921-39, 1 M.

Socorro: 131-34, 1 M, 1 F ov.

Telephrys cristulipes Stimpson, 1860

Clarion: 140-34, 4 M, 2 F (1 ov), 1 y; 298-34, 1 F ov.

Socorro: 131-34, 7 M, 8 F (4 ov), 2 y; 290-34, 1 M.

Thoe sulcata sulcata Stimpson, 1860

Clarion: 139-34, 1 M; 140-34, 4 M, 2 F (1 ov); 141-34, 2 M, 1 F; 298-34, 1 F ov; 916-39, 2 M, 5 F (2 ov).

Socorro: 131-34, 2 M, 3 F.

Tyche clarionensis Garth, 1958

Clarion: 303-34, 1 M, holotype, 1 M, 1 F, paratype; 304-34, 1 F ov; 305-34, 1 M, 1 F; 915-39, 1 F; 916-39, 1 M, 1 F.

PARTHENOPIIDAE

Aethra scruposa scutata Smith, 1869

Socorro: 28 November 1984, P. L. Haaker, collector, 1 M.

Parthenope (Platylambrus) exilipes (Rathbun, 1893)

Socorro: 131-34, 1 M.

Parthenope (Pseudolambrus) triangula (Stimpson, 1860)

Clarion: 304, 34, 1 F; 305-34, 1 F.

Socorro: 129-34, 1 M, 3 y; 133-34, 7 M, 5 F; 291-34, 1 M, 1 F; 293-34, 1 M.

Solenolambrus arcuatus Stimpson, 1871

Socorro: 131-34, 1 F ov.

Thyrolambrus astroides Rathbun, 1894

Socorro: 26 November 1984, P. L. Haaker, collector, 1 M.

Thyrolambrus glasselli Garth, 1958

Clarion: 134-34, 1 M; 305-34, 1 F ov.

PORTUNIDAE

Portunus brevimanus (Faxon, 1895)

Clarion: 135-34, 1 M, 3 y; 136-34, 1 M, 1 F; 138-34, 1 F; 299-34, 3 y; 301-34, 1 M, 2 F, 1 y; 303-34, 1 F; 304-34, 1 M, 1 F, 2 y; 305-34, 1 M y; 915-39, 2 y; 917-39, 15 specimens; 918-39, 1 F ov; 919-39, 5 y; 921-39, 19 specimens

Socorro: 129-34, 3 y; 131-34, 1 M; 132-34, 2 specimens; 133-34, 9 y; 289-34, 1 y; 291-34, 1 M; 293-34, 1 F, 1 y; 922-39, 2 y; 924-39, 10 specimens; 926-39, 1 M, 4 y.

Portunus tuberculatus (Stimpson, 1860)

Socorro: 128-34, 1 M; 129-34, 2 M, 1 F ov; 131-34, 2 M, 1 F, 5 y; 133-34, 1 F.

XANTHIDAE

Cataleptodius occidentalis (Stimpson, 1871)

Clarion: 298-34, 2 M, 1 F; 920-39, 1 F.

Cycloxanthops vittatus (Stimpson, 1860)

Clarion: 298-34, 1 M.

Socorro: 128-34, 1 fragment.

Daira americana Stimpson, 1860

Clarion: 140-34, 4 specimens; 141-34, 2 F; 298-34, 4 M.

Socorro: 131-34, 6 specimens.

Domecia hispida Eydoux & Souleyet, 1842

Clarion: 140-34, 4 M, 7 F (4 ov); 297-34, 1 M y; 298-34, 1 F ov.

Socorro: 131-34, 1 F ov.

Epixanthus tenuidactylus (Lockington, 1877)

Clarion: 916-39, 1 M.

Globopilumnus xantusii (Stimpson, 1860)

Socorro: 131-34, 3 M, 5 F.

Liomera cinctimana (White, 1847)

Clarion: 140-34, 2 F; 298-34, 2 M.

Socorro: 131-34, 7 M, 4 F.

Lophopanopeus maculatus Rathbun, 1898

Clarion: 305-34, 2 y.

Microcassiope xantusii (Stimpson, 1871)

Clarion: 140-34, 49 specimens; 141-34, 1 F; 298-34, 9 M, 2 F ov, 5 fragments; 916-39, 1 M.

Socorro: 131-34, 43 specimens.

Nanocassiope palita (Rathbun, 1893)

Clarion: 137-34, 1 specimen; 305-34, 2 M; 917-39, 20 specimens; 918-39, 1 F ov; 921-39, 1 M.

Socorro: 132-34, 1 M, 3 F, 7 y; 924-39, 1 M, 1 F.

Ozium perlatus Stimpson, 1860

Clarion: 139-34, 1 F.

Panopeus latus Faxon, 1893

Socorro: 925-39, 1 M.

Paractaea sulcata (Stimpson, 1860)

Clarion: 298-34, 2 M.

Socorro: 131-34, 1 F.

Trapezia digitalis Latreille, 1825

Clarion: 140-34, 20 specimen; 298-34, 7 M, 7 F (6 ov).

Socorro: 128-34, 5 F (3 ov); 131-34, 1 M, 1 F; 922-39, 1 F ov.

Trapezia ferruginea Latreille, 1825

Clarion: 140-34, 86 specimens; 141-34, 5 specimen; 298-34, 90 specimens.

Socorro: 128-34, 7 specimens; 131-34, 123 specimens; 290-34, 1 specimen; 297-34, 3 M, 5 F, 4 y.

Xanthadius cooksoni (Miers, 1877)

Clarion: 139-34, 6 specimens; 140-34, 1 specimen; 141-34, 6 specimens; 298-34, 4 M, 2 F; 916-39, 1 M, 2 F; 920-39, 4 M, 2 F.

Socorro: 128-34, 23 specimens; 130-34, 2 specimens.

GONEPLACIDAE

Euryplax polita Smith, 1870

Socorro: 131-34, 1 y.

PALICIDAE

Palicus lucasii Rathbun, 1898

Clarion: 134-34, 1 M; 136-34, 2 F; 137-34, 2 M, 1 F; 305-34, 1 F ov; 921-39, 1 y.

Socorro: 132-34, 1 M.

GRAPSIDAE

Geograpsus lividus (Milne Edwards, 1837)

Clarion: 139-34, 5 M, 4 F, 1 y.

Grapsus grapsus (Linnaeus, 1758)

Clarion: 139-34, 1 M, 1 F.

Socorro: 131-34, 1 M, 1 F; Searcher 50, 1 M, 1 F; Sánchez 50,

1 M, 1 F, Searcher 302, 1 M.

Pachygrapsus minutus Milne Edwards

Clarion: 140-34, 4 M, 5 F (1 ov), 10 y; 298-34, 2 y; 916-39, 2 M, 2 y; 916-39, 2 M, 1 F, 2 y.

Socorro: 128-34, 11 y; 131-34, 3 M, 4 F (1 ov); Searcher, 8 y.

Pachygrapsus transversus (Gibbes, 1850)

Clarion: 139-34, 1 M, 1 F.

Percnon gibbesi (Milne Edwards, 1853)

Socorro: 128-34, 1 y; 130-34, 1 y; 131-34, 1 My.

GECARCINIDAE

Gecarcinus planatus Stimpson, 1860

San Benedicto, Littlepage, 1 M, 2 F; 1953, 2 M.

Socorro: 128-34, fragment; June 1934, 1 M; Searcher 51-53, 1971, 2 specimens; Searcher 53, 1971, 6 specimens.

PROCEEDINGS

of the

San Diego Society of Natural History

Founded 1874

Number 25

1 November 1992

Notas sobre la Biología del Cangrejo Chicharo, *Tumidotheres margarita* (Smith, 1869) (Decapoda: Brachyura: Pinnotheridae), en el Sistema Lagunar de Bahía Magdalena, Baja California Sur, México

Esteban Fernando Félix Pico

CICIMAR-IPN, Apdo. Postal 592, La Paz, Baja California Sur 23000, México

RESUMEN.—Los muestreos se realizaron mensualmente en el período comprendido de febrero a septiembre de 1989. Se utilizaron almejas catarinas de las capturas comerciales de Bahía Magdalena y se hicieron algunos muestreos con red de prueba para arrastre camaronero en distintas localidades del sistema lagunario. Se colectaron un total de 140 pinotéridos, que resultaron del análisis para determinar la presencia y ubicación del simbionte en un total de 2322 individuos de *Argopecten circularis*. El cangrejo chicharo, *Tumidotheres margarita*, se le encuentra dentro de la cavidad branquial de la almeja catarina. La frecuencia de infestación fue de 5.2 a 30.91%, para *A. circularis* y correspondieron a tallas grandes (entre 47.4 y 56.2 mm) de esta especie de molusco. La relación de sexos fue de 21 machos por 119 hembras: los machos presentaron la fase-dura en estadios IV y V, y las hembras la fase post-dura. De éstas, 90 fueron ovígeras y de los machos 15 mostraron madurez, con tallas menores que las hembras, para machos de 4.6 a 9.3 mm de longitud de cefalotórax y las hembras de 4.2 a 12.3 mm. El peso húmedo varió de 0.05 a 0.99 g para machos y hembras.

Se hicieron observaciones de daños en el manto y branquias, encontrándose plegamientos e impresiones en el sitio que se encontraba el cangrejo comensal. El peso fresco de las vísceras presenta un peso menor en las almejas infestadas y las tallas en general son menores, denotando un bajo crecimiento en estos bivalvos.

ABSTRACT.—The pea-crab *Tumidotheres margarita* occurs commonly as a commensal of the catarina scallop, *Argopecten circularis*, and the pearl oyster *Pinctada mazatlanica*. It is found only on the gills of its host. 140 pea-crabs were obtained from 2322 specimens of the catarina scallop collected in Magdalena Bay, Baja California Sur. Samples of the scallops were obtained monthly between February and September 1989, from commercial captures and by means of a small otter-trawl at several stations. From 5.2 to 30.91% of the scallops in each sample were infested with pea-crabs. Twenty-one of the pea-crabs were males, 15 of them mature. Of the 119 females, 90 were gravid. The males were in hard stages IV and V, while the females were in the post-hard stage. The cephalothoraxes of males measured from 4.6 to 9.3 mm, those of females, from 4.2 to 12.3 mm. Fresh weight varied from 0.05 to 0.99 grams (sexes combined). The crabs injured the mantle and gills of the scallops. Foldings and body prints were observed where the crabs were found. The size and soft-body weight of infested scallops were lower than those of uninfested ones, indicating that infested scallops grow more slowly.

INTRODUCCION

El cangrejo chicharo, *Tumidotheres margarita* (Smith, 1869), es un comensal de la almeja catarina, *Argopecten circularis* (Sowerby, 1835), en una de sus zonas de extracción comercial del sistema lagunario de Bahía Magdalena.

El estudio se realizó en el sistema lagunario de Bahía Magdalena, que se encuentra localizada en la costa del Pacífico de Baja California Sur, entre los 24°21'N y 111°31'W a los 25°20'N y 112°05'W (Fig. 1). Alvarez-Borrego *et al.* (1975) realizaron un estudio oceanográfico, y describen las características geomorfológicas y fisico-químicas de Bahía Magdalena.

Rathbun (1918) describe la especie con escasos individuos que fueron colectados en el Golfo de Panamá. Wicksten (1982) encontró a *Tumidotheres margarita* como comensal de *Pinctada mazatlanica* (Hanley, 1856) estableciendo la distribución desde Guaymas, Sonora, hasta Bahía de Panamá. Campos-González y Campoy-

Favela (1987) describen como un nuevo huésped a la almeja catarina, basándose en dos ejemplares hembras, uno juvenil y uno ovígera, colectados en Playa Kino Viejo, Sonora; además describen algunas variaciones morfológicas para el macho, y mencionan a *P. mazatlanica* como otro huésped en base a material colectado en Bahía Concepción, Baja California Sur. Rodríguez de la Cruz (1987) menciona la especie *T. margarita* para la zona del Golfo de California. Campos-González (1989) recopiló la información sobre el ciclo de vida, las variaciones morfológicas, relaciones filogenéticas y morfología larval para *Tumidotheres margarita* y géneros emparentados. Cheng (1967) hace una reseña sobre los estudios de biología general y las relaciones interespecíficas que guardan los cangrejos pinotéridos con moluscos bivalvos. Pearce (1962, 1966, 1969) realizó algunas observaciones sobre el daño e irritación producido en las branquias a causa de los dactilos del cangrejo, y también sobre la formación de ampollas o quistes en el manto del mejillón *Modiolus* y sobre el patrón de reproducción de

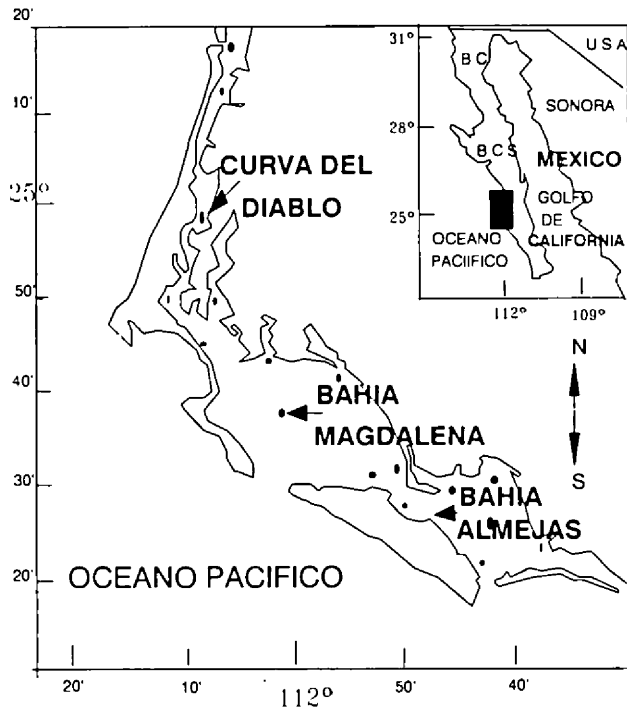


Figura 1. Localización de las estaciones de muestreo en Bahía Magdalena, Baja California Sur.

Tumidotheres maculatus (Say, 1818) y *Fabia subquadrata* Dana, 1851. Otros autores describieron el ciclo de vida de *Pinnotheres ostreum* Say, 1817 (Christensen y McDermott, 1958), poniendo en claro las fases de crecimiento, que en estudios anteriores quedaban confusas, determinando que en esta especie se inicia con la fase de invasión post-larval continuando con la fase pre-dura, fase dura y fase post-dura solo para hembras maduras. Se ha mencionado para *Pinctada maxima* (Jameson, 1901), que la infestación por *Pinnotheres villosulus* Guerin, 1830, afecta el manto ocasionándole desgarrar y producción alta de mucus (Dix 1973). Houghton (1963) encontró que cuando *Pinnotheres pisum* (Linnaeus, 1767) tiene como huésped a *Mytilus edulis* Linnaeus, 1758, en la zona de entremareas de la costa británica, los cangrejos grandes infestan solo a las tallas grandes de mejillones y con mayor frecuencias en aquellos que se encuentran en el margen infralitoral, siendo el porcentaje de infestación relacionado con los niveles de mareas en donde se encuentra la población de mejillón azul. Salas-Garza et al. (1989) encuentran a *Fabia subquadrata* en una población de la costa del pacífico en Baja California de *Mytilus californianus* Conrad, 1837, semejante a aquella encontrada por el anterior autor.

Amaro (1979) describe la incidencia de *Tumidotheres maculatus* en el mejillón azul, como un problema en productos de conserva, afectando la calidad y apariencia del alimento. En almeja catarina se presenta el problema cuando el producto es comercializado como almeja entera precocida.

El objetivo principal de este trabajo es determinar los cambios en la incidencia del cangrejo chícharo, en las poblaciones de almeja catarina, *Argopecten circularis*. Además de determinar fecundidad, frecuencia de infestación, daños en el manto, relación de tallas huésped-simbionte y posibles efectos en el crecimiento de los bivalvos.

MATERIALES Y METODOS

Por medio de arrastres con red de prueba (tipo chango) y de la captura comercial se colectaron 2322 almejas catarinas en quince localidades seleccionadas del sistema lagunario de Bahía Magdalena (Fig. 1). El periodo de muestreo comprendió de enero a septiembre de 1989. El material fue previamente fijado en formol al 10% y etiquetado. La profundidad en la cual se obtuvieron los organismos quedó comprendida entre los 6 y 27 m.

Para machos y hembras, se obtuvieron características morfométricas tales como longitud del cefalotórax, longitud rostral y peso húmedo total. Las almejas catarinas infestadas fueron también medidas y pesadas. Se usó un vernier de 0.1 mm de precisión, y una balanza eléctrica con capacidad de 200 g y precisión de 10 mg. Para el caso de las hembras ovígeras, se procedió de la manera siguiente: las masas de huevos fueron desprendidas con los pleópodos, determinando el peso de cada masa con pleópodos, restando el peso de estos últimos posteriormente.

En el laboratorio, los huevos fueron separados de los pleópodos por medio de la técnica de lavado con cloro descrita por Choy (1985). Se tomó una alícuota de 0.03 g y se colocó en un recipiente con una solución al 2% de hipoclorito de sodio durante un lapso de tiempo de 2 a 3 minutos. Después que se drenó el líquido con la ayuda de un tamiz de 60 μ m para retener los huevos, se lavaron con agua y posteriormente se neutralizaron con una solución de tiosulfato de sodio (0.5 veces la concentración de cloro).

El conteo de los huevecillos se realizó con ayuda de un microscopio estereoscópico a 40x, y de 20 a 25 huevecillos húmedos por cada individuo fueron medidos con un micrómetro ocular.

Se aplicó una prueba de análisis de variancia de una vía (Sokal y Rohlf 1969) para determinar si la incidencia del cangrejo entre tallas y pesos de la almeja catarina tiene algún efecto en su crecimiento. Además se realizó un análisis de regresión para determinar la relación entre el tamaño, peso y fecundidad del cangrejo y del huésped.

RESULTADOS

Durante el año de estudio se revisaron un total de 2322 individuos de almeja catarina con una longitud de 2.5 a 7.0 cm, encontrándose un total de 140 cangrejos, variando de febrero a junio la incidencia de 5.20 a 6.40%. Todas las muestras fueron de la zona de Bahía Magdalena (Fig. 2). Se revisaron cada mes 500 almejas de extracción comercial; de las muestras bimensuales con red de arrastre, se seleccionó una muestra de 50 almejas. De marzo a diciembre se observaron valores de infestación desde 0% en diciembre hasta 30.91% en junio. La mayor incidencia se obtuvo para la zona de canales, sitio conocido como La Curva del Diablo, y nula para Bahía Magdalena (Fig. 3).

La relación de sexos de los cangrejos fue muy variable, y en el 60% de las muestras solo se encontraron hembras, con un solo individuo por almeja. En el resto de las muestras, los machos estuvieron presentes en una relación de 1:5.

En mayo y junio, la proporción de machos en fase-dura maduros alcanzó un intervalo de tallas de 4.9 a 9.5 mm de ancho del cefalotórax. Para marzo, fueron mas frecuentes los machos con el cefalotórax blanco con intervalo de tallas de 6.0 a 10.5 mm (Fig. 4). Las hembras correspondieron de la misma manera que los machos, las hembras sin huevecillos con intervalo de tallas de 4.0 a 12.0 mm de ancho de cefalotórax para las hembras en fase post-dura; en mayo, las hembras ovígeras en fase post-dura presentaron tamaños de 6.5 a 12.5 mm (Fig. 5).

Las hembras ovígeras en fase post-dura fueron abundantes de

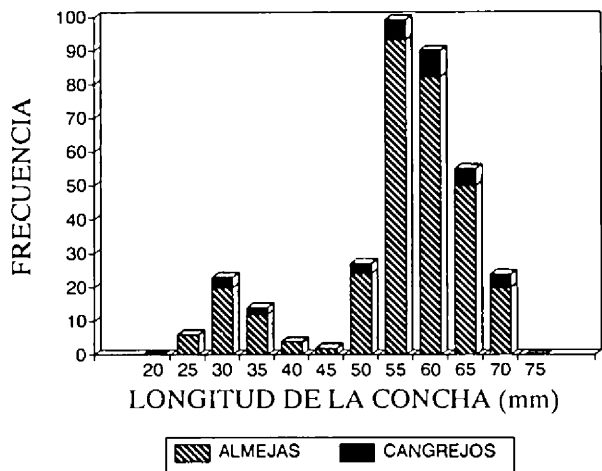


Figura 2. Distribución de la frecuencia de los intervalos de tallas de *Argopecten circularis* con incidencia de pinoteiridos y sin ellos.

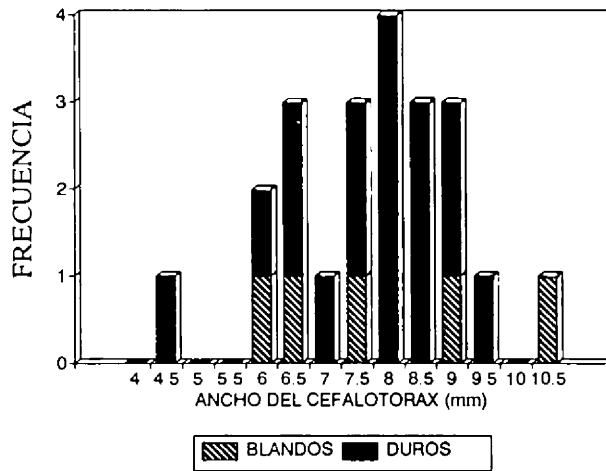


Figura 4. Distribución de la frecuencia de intervalos de tallas de los cangrejos machos en fase-dura V maduros, blandos y duros.

febrero a septiembre; en el mes de mayo, alcanzaron un valor alto (92%) para volver a descender en los meses siguientes (Fig. 6). En lo que se refiere a la fecundidad absoluta para estos organismos, se observaron valores mínimo y máximo de 1,369 y 19,638 huevos, correspondiendo a tallas de 11.0 y 11.5 mm de ancho de cefalotórax. Las tallas más frecuentes fueron de 10.0 a 10.5 mm, con valores mínimo y máximo de 1,787 a 15,504 huevos (Tabla 1). El tamaño de los huevos presentó valores mínimo y máximo de 226 y 280 μ m, siendo más frecuente el tamaño de 255 μ m.

La incidencia de cangrejos en una muestra de 138 almejas, con un total de 11 moluscos infestados, se utilizó para realizar un análisis de variancia con las medias de la longitud del cefalotórax y el peso húmedo sin concha entre los individuos infestados y no infestados. Con la longitud del cefalotórax se observa que no hay diferencias estadísticamente significativas ($P < 0.086$). En cambio, al analizar el peso húmedo sin concha de los especímenes infestados

y no infestados, fueron significativamente diferentes ($P < 0.009$) siendo de menor peso las almejas infestadas (Tabla 2).

El análisis de regresión lineal de las relaciones de talla-fecundidad y peso-fecundidad de los cangrejos (muestras de febrero a septiembre) mostró una baja correlación entre fecundidad y longitud del cefalotórax; siendo un poco mejor la correlación entre la fecundidad y el peso total (Tabla 3).

DISCUSION

La incidencia de *Tumidotheres margarita* se presenta elevada en los bancos de almeja catarina de Bahía Magdalena, B.C.S., comparada con otras regiones de Norteamérica, en particular en el caso de las costas de California y Baja California donde se han registrado tasas que fluctúan entre 0.53 y 3% (Morris et al. 1980, Salas-Garza et al. 1989). En las costas del Atlántico, se encontró

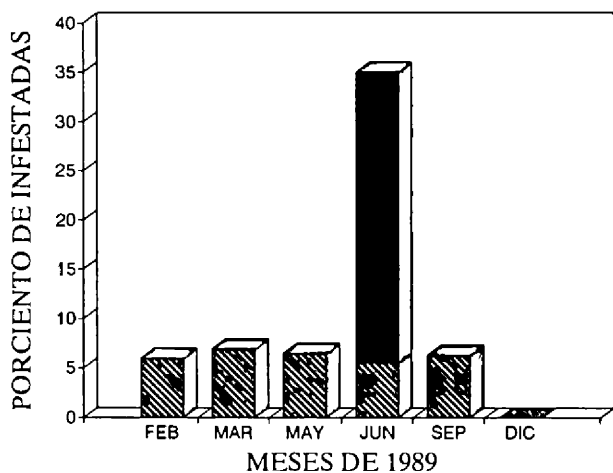


Figura 3. Incidencia de infestación del cangrejo *Tumidotheres margarita* en *Argopecten circularis* en la zona de bahía, explotada comercialmente, y en la zona de canales, sin explotar.

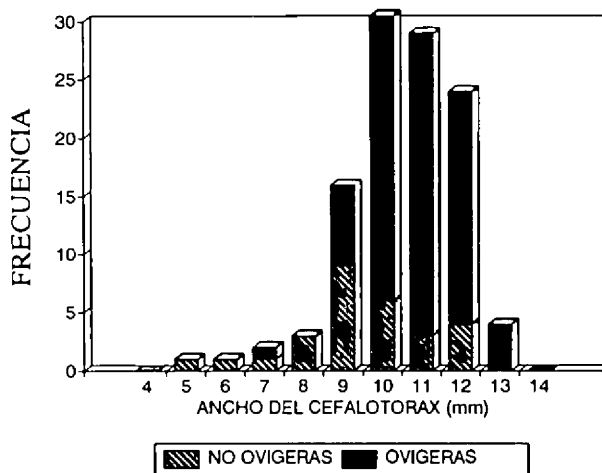


Figura 5. Distribución de la frecuencia de intervalos de tallas de las hembras ovíferas y sin huevecillos.

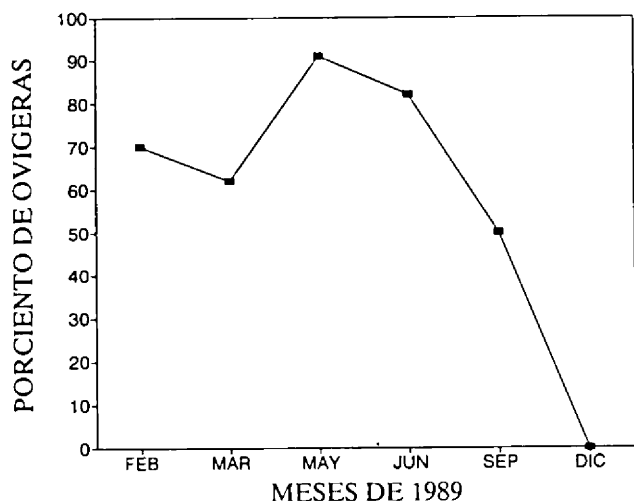


Figura 6. Frecuencia de hembras ovígeras en la zona de Bahía Magdalena, y meses en que el fenómeno de maduración de huevos se presentó durante 1989.

Tumidotheres maculatus en poblaciones de *Argopecten irradians concentricus* (Say, 1822), con valores similares (1.4 a 12%) a los registrados en este estudio (Kruczynski 1972). La variabilidad entre zonas cercanas ha sido corroborada por Christensen y McDermott (1958) y Houghton (1963), encontrando variaciones importantes en los porcentajes de infestación en bancos de *Crassostrea virginica* (Gmelin, 1791) y de *Mytilus edulis* en las costas del Atlántico de Norteamérica e Islas Británicas.

Los pinotéridos más grandes siempre fueron hembras ovígeras en fase post-dura y los machos en fase-dura que se encontraron en almejas también grandes. Este patrón de características morfológicas externas fue propuesto por Stauber desde 1945 para *Pinnotheres ostreum*, y posteriormente modificado por Christensen y McDermott (1958) y Pearce (1969) que sugieren la fase post-dura solo para las hembras, equivalente a la fase-dura V de Stauber. Es posible que las almejas adultas sean más fácilmente infestadas por estos simbioses, debido a que la hembra en la fase dura deja al huésped para participar en una multitud copulatoria en el océano abierto. Una vez fecundada por el macho, que siempre mantiene la fase-dura, necesita de mayor espacio que le facilite introducirse al interior de las valvas del huésped y dispondrá de un amplio espacio en la cavidad del manto de la almeja. La incidencia del cangrejo estuvo presente en intervalos de tallas de 3.5 a 6.4 cm de longitud de

TABLA 1. Mediciones morfométricas y fecundidad absoluta observada en *Tumidotheres margarita* en Bahía Magdalena.

Fecha ambiente	Ancho cefalotórax (mm)	Peso total (g)	Peso de huevos (g)	No. promedio de huevos por muestra	Tamaño huevos (µm)	No. total huevos
28 febrero 1989 (T 13.0°C, S 34.3‰, O ₂ 8.0 mg/l, prof. 25 m)						
12	10.3	0.42	0.05	558	251	1395
15	9.1	0.30	0.06	699	266	4194
16	12.2	0.70	0.22	2678	242	19638
17	9.8	0.46	0.07	766	270	1787
20	9.0	0.40	0.09	1266	242	5697
22	10.5	0.52	0.08	2032	272	5418
23	9.3	0.28	0.08	615	262	1640
24	9.2	0.41	0.18	558	226	3348
25	11.5	0.71	0.12	1202	244	4808
15 marzo 1989 (T 14.5°C, S 34.1‰, O ₂ 12.6 mg/l, prof. 24 m)						
16	10.2	0.32	0.05	2477	228	5005
17	10.3	0.65	0.13	2226	254	7587
18	9.6	0.42	0.08	3656	284	12724
20	10.3	0.63	0.11	3861	251	6207
21	10.2	0.55	0.17	5947	244	15504
22	10.1	0.41	0.10	2320	256	6150
23	11.1	0.46	0.12	816	241	1364
25	10.5	0.43	0.11	1484	247	4174
26	9.0	0.35	0.09	1746	278	11439
18 mayo 1989 (T 15.0°C, S 34.7‰, O ₂ 17.5 mg/l, prof. 25 m)						
7	9.7	0.37	0.09	2180	255	5115
8	9.9	0.48	0.13	1701	256	7969
13	12.0	0.65	0.16	1770	255	10360
17	11.3	0.54	0.12	1654	254	7074
20	10.4	0.40	0.09	1930	264	4365
22	10.1	0.46	0.09	1413	268	4221
24	10.5	0.51	0.11	1834	249	4983
27	10.0	0.45	0.10	2028	249	5176
29 junio 1989 (T 19.5°C, S 33.9‰, O ₂ 11.2 mg/l, prof. 27 m)						
15	10.9	0.58	0.14	1595	262	5226
17	11.3	0.72	0.06	1330	280	1710
20	9.0	0.62	0.13	1637	269	5035
21	9.8	0.40	0.06	1875	261	2800
24	8.5	0.29	0.04	1495	273	2040
26	10.2	0.47	0.1	1746	266	6355

TABLA 2. Resultados del análisis de variancia de las medias de tallas y pesos de almejas infestadas y sin infestar.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	Razon de variancias	
				F	P
Comparaciones entre la altura de la concha					
Entre los grupos	35.1	1	35.1	2.99	0.086
Dentro de los grupos	1596.5	136	11.7		
Total	1631.6	137			
Comparaciones entre el peso húmedo sin concha					
Entre los grupos	40.14	1	40.14	7.06	0.009
Dentro de los grupos	772.91	136	5.68		
Total	813.05	137			

la valva, siendo más frecuente de 5.6 a 6.4 cm (Fig. 2). En *Argopecten irradians*, la frecuencia de infestación fue en tallas de 4.0 a 6.5 cm de altura de las valvas (Kruczynski 1972); ésto es muy semejante a lo observado en las almejas catarinas de Bahía Magdalena. Otros autores mencionan resultados similares con mejillones (Houghton 1963, Salas-Garza et al. 1989).

La variabilidad de la incidencia entre zonas cercanas ha sido corroborada por Houghton (1963), encontrándose variaciones importantes en los porcentajes de infestación en bancos de mejillón azul de las costas británicas. En la zona de bahía, la densidad de almejas adultas fue de 4 individuos por metro cuadrado, muy inferior a la zona de canales donde fue de 35 por metro cuadrado. Esta diferencia es resultado de la extracción comercial en la bahía. Entonces la infestación será mayor en la zona de canales o zona sin explotar, debido a que el número de almejas adultas será superior y las posibilidades de incidencia se incrementarán (Fig. 3).

En la época en que se presenta un mayor número de hembras ovígeras y con un grado intermedio de desarrollo embrionario (variación en el tamaño de huevos de 226 a 280µm), es durante los meses de febrero a junio (Fig. 6). Similarmente los machos maduros están presentes (Figs. 4 y 5). La presencia de hembras maduras correspondieron con huéspedes adultos y de tallas grandes.

Al hacer un análisis de los resultados de la relación fecundidad-ancho del cefalotórax, Bagenal (1971) indica que en los estudios de fecundidad se aplica una ecuación que se puede convertir en relación lineal por una transformación logarítmica. Este método se aplicó y la relación fue muy baja (Tabla 3). Esta variabilidad que existe entre individuos de igual tamaño, lo cual hace que la correlación sea baja; aunque esto se puede deber también al número de ejemplares colectados.

Con respecto a los efectos en el crecimiento de las almejas, las observaciones fueron pocas como para establecer una buena relación, pero son significativas las tallas de las almejas con un alto porcentaje de infestación, siendo en promedio más pequeñas (Tabla 2). Kruczynski (1972) observó el crecimiento en condiciones controladas de almejas catarinas del Atlántico, con pinotéridos y sin

ellos; en el estudio marcó fitoplancton con ^{14}C demostrando que los cangrejos tomaban de las branquias de la almeja su alimento. También, menciona que la depresión ejercida sobre la gónada puede causar una baja producción de huevos y espermias.

Considerando que la incidencia de la infestación es alta, para la población de almeja catarina de Bahía Magdalena, los pinotéridos podrían tener un efecto en la pesquería de la almeja, como es la pérdida de peso de las partes blandas y reduciendo en el tamaño del músculo aductor (principal producto de exportación).

AGRADECIMIENTOS

A el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por el financiamiento para realizar el estudio, y a la COFAA del Instituto Politécnico Nacional por el apoyo otorgado para asistir al "I Coloquio Sobre Macrocrustáceos Bentónicos del Pacífico Este Tropical"; a Federico García, Andrés Levy y José Colado por su ayuda en el desarrollo de los trabajos de campo y laboratorio, así como las sugerencias en la redacción del escrito.

LITERATURA CITADA

- Alvarez-Borrego, S., A. Galindo-Bect, y A. Chee-Barragan. 1975. Características hidroquímicas de Bahía Magdalena, B.C.S. Ciencias Marinas (México) 2 (2):94-109.
- Amaro, J. 1979. *Mytilus edulis platensis-Pinnotheres maculatus* un caso de comensalismo con incidencia en la tecnología de las conservas de mariscos. Pp. 273-278 in Memorias del Seminario de Ecología Bentónica y Sedimentación de la Plataforma Continental del Atlántico Sur. UNESCO.
- Bagenal, T. B. 1971. Eggs and early life history. Part I, Fecundity. Pp. 168-179 in W. E. Ricker (ed.). Methods for Assessments of Fish Production in Fresh Waters. I.B.P. Handbook No. 3.
- Campos-González, E., y J. R. Campoy-Favela. 1987. Morfología y distribución de dos cangrejos chicharo del Golfo de California (Crustacea: Pinnotheridae). Revista de Biología Tropical 35 (2):221-225.

TABLA 3. Valores calculados de las ecuaciones de regresión peso total-longitud de cefalotórax, fecundidad-longitud de cefalotórax y fecundidad-peso y coeficientes de correlación.

Variables	Ecuación de regresión $Y = aX + b$	Coefficiente de correlación
Peso total-longitud de cefalotórax	$P = 0.100625(L) - 0.54447$	0.583130
Fecundidad-longitud de cefalotórax	$F = -39.9498(L) + 2388.5$	0.000793
Fecundidad-peso total	$F = 1021.724(P) + 1491.354$	0.010327

- Campos-González, E. 1989. *Tumidotherea*, a new genus for *Pinnotherea margarita* Smith, 1869, and *Pinnotherea maculatus* Say, 1818 (Brachyura: Pinnotheridae). *Journal of Crustacean Biology* 9 (4):672–679.
- Cheng, T. C. 1967. Marine molluscs as hosts for symbioses. *Advances in Marine Biology* 5:1–424.
- Choy, S. C. 1985. A rapid method for removing and counting eggs from fresh and preserved decapod crustaceans. *Aquaculture* 48:369–372.
- Christensen, A. M., and J. J. McDermott. 1958. Life-history and biology of the oyster crab, *Pinnotherea ostreum* Say. *Biological Bulletin* 114:146–179.
- Dix, T. G. 1973. Mantle changes in the pearl oyster *Pinctada maxima* induced by the pea crab *Pinnotherea villosulus*. *Veliger* 15 (4):330–331.
- Houghton, D. R. 1963. The relationship between tidal level and the occurrence of *Pinnotherea pisum* (Pennant) in *Mytilus edulis* L. *Journal of Animal Ecology* 32 (2):253–257.
- Kruczynski, W. L. 1972. The effect of the pea crab, *Pinnotherea maculatus* Say, on growth of the bay scallop, *Argopecten irradians concentricus* (Say). *Chesapeake Science* 13 (3):218–220.
- Pearce, J. B. 1962. Adaptation in symbiotic crabs (Decapoda: Pinnotheridae) of the family Pinnotheridae. *Biologist* 45 (1–2):11–15.
- Pearce, J. B. 1966. The biology of mussel crab, *Fabia subquadrata*, from waters of the San Juan Archipelago, Washington. *Pacific Science* 20:3–35.
- Pearce, J. B. 1969. On reproduction in *Pinnotherea maculatus* (Decapoda: Pinnotheridae). *Biological Bulletin* 127:384.
- Rathbun, M. J. 1918. The grapsoid crabs of America. *Bulletin of the United States National Museum* 97:1–461.
- Rodríguez de la Cruz-Ramírez, M. C. 1987. Crustáceos Decápodos del Golfo de California. Secretaría de Pesca, México, D.F., México.
- Salas-Garza, A., F. García-Pámanes, L. García-Pámanes, y A. Oliva de la Peña. 1989. Incidencia de *Fabia subquadrata* (Crustacea: Decapoda: Pinnotheridae), en *Mytilus californianus* (Mollusca: Bivalvia: Mytilidae), en la costa de Eréndira, Baja California, México. *Ciencias Marinas (México)* 15 (2):29–40.
- Sokal, R. and Rohlf, F. J. 1969. *Biometry. The Principles of Practice of Statistics in Biological Research*. Freeman, San Francisco, California, U.S.A.
- Wicksten, M. K. 1982. New records of pinnotherid crabs from the Gulf of California (Brachyura: Pinnotheridae). *Proceedings of the Biological Society of Washington* 95 (2):354–357.

PROCEEDINGS

of the

San Diego Society of Natural History

Founded 1874

Number 26

1 November 1992

Efecto de la "Barrera de las Islas" en la Distribución de los Braquiuros (Crustacea: Decapoda) en el Golfo de California

Francisco Correa Sandoval

*División de Oceanología, Centro de Investigación Científica y Educación Superior de Ensenada,
Apdo. Postal 2732, Ensenada, Baja California, México*

Alberto Carvacho Bravo

Departamento de Acuicultura, Instituto Profesional de Osorno, Casilla 933, Osorno, Chile

RESUMEN.—La distribución de los cangrejos *Brachyura* del Golfo de California es analizada utilizando el análisis de agrupamiento (cluster analysis) y el método de Peters. De acuerdo a los porcentajes de las especies de origen diferente, el Golfo de California es dividido en una provincia con dos áreas, el Alto y Bajo Golfo, ambas pertenecientes a la Región Tropical del Pacífico Este. Tales diferencias en la distribución dentro del golfo son debidas a una barrera biogeográfica localizada en el área de las Islas Angel de La Guarda y Tiburón, que actúa de sur a norte con una efectividad del 69%. Se discute la presencia de *Cancer amphioetus* como la única especie aislada en el Alto Golfo con una distribución discontinua. 53 especies (19.55% del total) son endémicas del Golfo de California. De éstas, 7 son endémicas del Alto Golfo, 28 son del Bajo Golfo y 18 son comunes a ambas áreas. La familia con mayor número de especies endémicas (16) es Pinnotheridae.

ABSTRACT.—The distribution of the brachyuran Crustacea of the Gulf of California was analysed using cluster analysis and the Peters' method. Both analyses suggest that the upper and lower Gulf should be recognized as separate biogeographic areas, although both are components of the Tropical Eastern Pacific Region. The midriff region, around the islands of Angel de La Guarda and Tiburon, is an effective biogeographic barrier, and 69% of Gulf brachyuran species do not penetrate north of this region. Only one species, *Cancer amphioetus*, exhibits a discontinuous distribution, having populations on the west coast of Baja California and an isolated population in the northern Gulf. Overall, 53 brachyuran species (19.55% of the total Gulf brachyuran fauna) are endemic to the Gulf of California. Of these, 7 are restricted to the upper Gulf, 28 are restricted to the lower Gulf, and 18 occur in both areas. The family with the most endemic Gulf species (16) is the Pinnotheridae.

INTRODUCCION

El Golfo de California presenta algunos rasgos que lo hacen un tema de estudio interesante desde el punto de vista biogeográfico. Se trata de un mar interior con una biota de claras afinidades tropicales situado en una latitud que corresponde a una región de aguas templadas, pero separado de éstas por una angosta faja de tierra de más de mil kilómetros de longitud, la península de Baja California. Mientras las características tropicales se acentúan hacia el sur, donde la temperatura del agua llega a permitir el establecimiento de arrecifes coralinos, hacia el norte las fluctuaciones estacionales pueden llegar a más de 20°C en la zona entre mareas (Robinson 1973, Alvarez-Borrego 1983). La paleoclimatología aporta, además, elementos de interés, ya que es bien conocido el efecto que las últimas glaciaciones han tenido en la modificación de las isoterms marinas en la costa del Pacífico nororiental (Holmes 1980). En los momentos de máxima glaciación, el desplazamiento hacia el sur de las bajas temperaturas han debido permitir la invasión del Golfo por poblaciones provenientes de aguas frías septentrionales. Estas particularidades

han estimulado la realización de numerosos estudios sobre la distribución y relaciones de la biota del Golfo de California (ver Garth 1960, Soulé 1960, Walker 1960, Parker 1964).

Los crustáceos decápodos son un adecuado material para estudios de distribución ya que acerca de ellos existe una información relativamente abundante. Varios trabajos dan cuenta del estado de conocimientos acerca de este grupo en el Golfo de California (e.g. Rathbun 1918, 1925, 1930, 1937, Glassell 1934, Steinbeck y Ricketts 1941, Garth 1958, 1960, Garth y Stephenson 1966, Parker 1964, Crane 1975, Brusca 1980, Manrique 1981, Carvacho y Ríos 1982, Gore, 1982, Wicksten 1982, 1983, Campos y Campoy 1987, Griffith 1987, Romero y Carvacho 1987, Hendrickx 1979, 1984a; 1987, 1990a, Hendrickx et al. 1983, Hendrickx y van der Heiden 1983a, Villalobos et al. 1989, Correa 1991).

Soulé (1960) y Walker (1960) han encontrado diferencias bióticas a lo largo del golfo, situando una zona de transición a la altura de las dos grandes islas, Angel de La Guarda y Tiburón, que parecieran marcar un límite entre un Alto y un Bajo Golfo, áreas fácilmente distinguibles, además, por algunas diferencias abióticas

(Alvarez-Sánchez 1974; Alvarez-Borrego 1983; Baumgartner y Christensen 1985). Una barrera podría situarse, más específicamente, en el Canal de Ballenas y entre las islas mencionadas. Para esa zona, la temperatura superficial del mar en invierno es baja (14°C) si se le compara con la del resto del golfo (16° a 20°C) y en el verano sube por sobre los 20°C (Robinson 1973, Alvarez-Borrego 1983, Badan-Dangon et al. en prensa). En toda el área adyacente a las islas hay fenómenos de surgencias durante casi todo el año, debido a las fuertes mezclas de las mareas locales (Roden y Groves 1959). Otro factor importante es el tipo de sustrato. En el Alto Golfo el fondo es esencialmente arenoso mientras que en Bajo Golfo es arcilloso (Parker 1964). Todos estos fenómenos tienen, en mayor o menor grado, una expresión en la distribución de los animales, lo que ha llevado a Soulé (1960) y Walker (1960), entre otros, a postular la existencia de una zona de transición en esta región.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio está basado en el análisis de las informaciones faunísticas de Correa (1988, 1991) quien reconoce la presencia de 271 especies de *Brachyura* en el Golfo de California. Para poner a prueba las eventuales diferencias entre las taxocenosis de crustáceos del norte y sur del Golfo se compararon cinco localidades: dos en el Alto Golfo (Puerto Peñasco y Laguna Percebú); una en la supuesta zona transicional (Bahía de Los Angeles); y dos en el Bajo Golfo (Bahía Concepción y Mazatlán) (Fig. 1). En tres de ellas (Laguna Percebú, Bahía de Los Angeles y Bahía Concepción) se realizó un esfuerzo de muestreo sostenido por largo tiempo (de 1981 a 1988), mientras que en las otras se cuenta con información adecuada proveniente de estudios realizados por otras instituciones (Allan Hancock Foundation, Universidad del Sur de California; Escuela Superior de Ciencias de la Universidad Autónoma de Baja California; Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Estación Mazatlán de la Universidad Nacional Autónoma de México).

El primer método de comparación empleado fue el de Peters (1971), que consiste en determinar los coeficientes de similitud de Jaccard entre una localidad y cada una de las demás, ordenarlos en columnas por sus valores decrecientes y comparar cada estación con sus vecinas inmediatas. Un segundo análisis emplea también el índice de Jaccard. Se trata del método de agrupamiento (cluster analysis) (Davis 1973).

RESULTADOS Y DISCUSION

Sobre 271 especies reconocidas para el Golfo (Tabla 1), 188 han sido halladas sólo al sur de las grandes islas, ocho son exclusivas del Alto Golfo y 75 son comunes a ambas regiones. Expresado de otra manera, las islas actúan preferentemente como barrera de sur a norte, con una retención de un 69%, dejando pasar sólo 75 de las 263 especies que forman la taxocenosis meridional. En el sentido opuesto el efecto de la barrera es mínimo, no llegando al 10%. Esta cifra desciende aún más (a 8.4%) si se considera que una de las especies "endémicas" del Alto Golfo es *Cancer amphioetus*, que tiene en realidad una distribución disyunta restringida, por una parte, al Norte y Centro del Golfo, y por otra, a la costa occidental de los Estados Unidos, de Japón y de Corea (Hendrickx 1990b).

El método de Peters nos indica que si el orden de similitudes decrecientes es el mismo en dos localidades, debe suponerse que la afinidad entre ellas es tal que no pueden existir barreras significativas. El ordenamiento de valores (Tabla 2) muestra que no existen diferencias entre las dos localidades del Alto Golfo (Puerto Peñasco y Laguna Percebú), así como tampoco los hay entre las

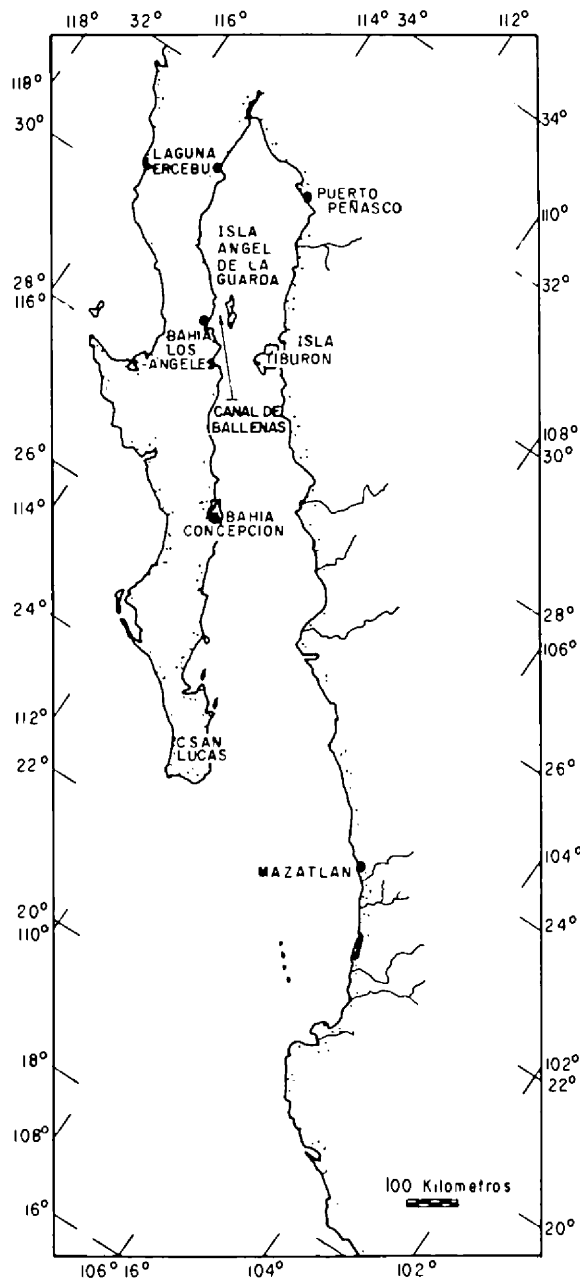


Figura 1. Golfo de California: localidades citadas en el texto.

estaciones del sur. Bahía Concepción y Mazatlán. Bahía de Los Angeles, en cambio, registra diferencias con las áreas vecinas hacia el norte y al sur. El doble cruzamiento entre Bahía de Los Angeles y Bahía Concepción indicaría una mayor diferencia con este último lugar que con Laguna Percebú, hacia donde hay sólo un entrecruzamiento. El método de agrupamiento (Fig. 2) muestra algunas discrepancias con el anterior. Las localidades del Alto Golfo de nuevo muestran una estrecha similitud, pero en este caso la estación de transición, Bahía de Los Angeles, queda francamente incorporada al agrupamiento del Bajo Golfo.

TABLA 1. Número total de especies y géneros de braquiuros del Golfo de California.

Familia	Géneros	Especies	Especies endémicas
Dromiidae	2	4	0
Dynomenidae	1	1	0
Homolidae	1	1	0
Raninidae	3	5	1
Calappidae	6	8	0
Dorippidae	1	3	0
Leucosiidae	8	15	2
Majidae	31	60	10
Parthenopidae	7	13	0
Aethridae	1	1	0
Daldorfidae	1	1	0
Dairidae	1	1	0
Atelecyclidae	1	1	1
Cancridae	1	2	0
Goneplacidae	9	10	0
Portunidae	5	13	1
Xanthidae	16	26	5
Menippidae	3	5	0
Panopeidae	8	25	7
Pilumnidae	2	11	4
Trapeziidae	1	2	0
Pinnotheridae	9	26	16
Cymopolidae	1	5	2
Gecarcinidae	3	4	0
Grapsidae	12	17	4
Hapalocarcinidae	1	1	0
Ocypodidae	2	10	0
Total	137	271	53

Los resultados anteriores muestran la relativa homogeneidad de las localidades extremas entre sí y las diferencias ostensibles entre el Alto y el Bajo Golfo. En comparación con otros estudios, el patrón de distribución de briozoarios dentro del Golfo (Soulé 1960) se asemeja, parcialmente, al de braquiuros. La discrepancia se encuentra en la fijación de la zona de transición entre el sur y el norte del golfo. Soulé (1960) la ubica desde el norte de la Isla del Carmen (26°N) hasta el norte de Guaymas (28°N). Walker (1960) encuentra para la ictiofauna patrones de distribución diferentes, pero coincide en una área de transición cercana a las grandes islas, desde Tiburón hasta Guaymas. Para el caso de los braquiuros, la situación equívoca de Bahía de Los Angeles expresa una realidad

TABLA 2. Diagrama de las relaciones de similitud entre todas las localidades y el número de discrepancias en el arreglo entre cada localidad (según el método de Peters 1971). 1, Puerto Peñasco; 2, Laguna Percebú; 3, Bahía de Los Angeles; 4, Bahía Concepción; 5, Mazatlán.

	PUERTO PEÑASCO (1)	LAGUNA PERCEBU (2)	BAHIA DE LOS ANGELES (3)	BAHIA CONCEPCION (4)	MAZATLAN (5)
1	2 - 66 23	1 - 66 23	2 - 57 85	3 - 57 67	4 - 54 37
2	3 - 42 01	3 - 57 85	4 - 57 67	5 - 54 37	3 - 34 21
3	4 - 25 00	4 - 34 55	1 42 01	2 - 34 55	2 - 21 07
4	5 - 15 74	5 - 21 07	5 34 21	1 25 00	1 - 15 74
numero de discrepancias	0	1	2	0	

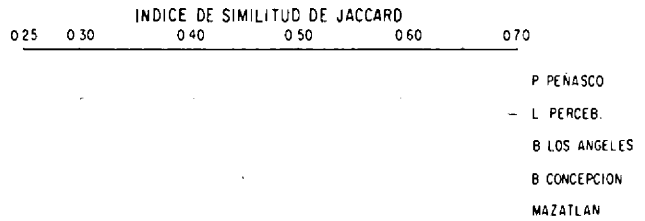


Figura 2. Dendrograma de similitud de especies (cluster analysis) en las localidades estudiadas del Golfo de California.

bien conocida en biogeografía: la dificultad de precisar fronteras exactas, que hace que las llamadas "zonas de transición" sean, en realidad, zonas de mezcla de faunas. La mayor diversidad faunística de la fracción meridional del Golfo de California es expresión de una mayor diversidad de ambiente, muchos de ellos ligados a condiciones de mares tropicales con gran estabilidad climática a lo largo del año. Es el caso de los manglares, relativamente abundantes desde Bahía Concepción al sur, y de los arrecifes coralinos situados hacia el sur de la península de Baja California. Es comprensible que esta fauna de afinidades tropicales le resulte difícil remontar la barrera de las islas, que no sólo implica la desaparición de numerosos ambientes, sino, además, la existencia de condiciones tensionantes, como las extremas fluctuaciones térmicas estacionales. Se explica así con facilidad la eficiencia de la barrera en el sentido sur-norte. Es obvio que en sentido inverso la barrera no exista o que su retención sea tan baja (menos del 10%) si se asume que el Alto Golfo es un fondo de saco ciego, relativamente joven en el tiempo (4.5 millones de años), y que se ha poblado, precisamente, con especies provenientes del sur. Las pocas especies endémicas del Alto Golfo, siete en total, pertenecen todas a la familia Pinnotheridae, un grupo de cangrejos comensales de hábitos extremadamente especializados. En lo que concierne a *Cancer amphioetus*, parece ser que esta es la única especie con una distribución disyunta y no se ha registrado para el Bajo Golfo ni al sur de la península.

LITERATURA CITADA

Alvarez-Borrego, S. 1983. Gulf of California. Pp. 427-449 in B. H. Ketchum (ed.). Estuaries and Enclosed Seas. Elsevier, Amsterdam, Netherlands.

Alvarez-Sánchez, L. G. 1974. Currents and water masses at the entrance to the Gulf of California. Spring 1970. M.S. Thesis, Oregon State University, Corvallis, Oregon, U.S.A.

Badan-Dangon, A., C. J. Koblinsky, y T. Baumgartner. En prensa. Spring and summer in the Gulf of California: Observation of surface thermal patterns. Oceanologica Acta.

Baumgartner, T., y N. Christensen. 1985. Coupling of the Gulf of California to large-scale interannual climatic variability. Journal of Marine Research 43:825-848.

Brusca, R. C. 1980. Common Intertidal Invertebrates of the Gulf of California (2nd. Ed.). University of Arizona Press, Tucson, Arizona, U.S.A.

Campos, E., y J. R. Campoy. 1987. Morfología, y distribución de dos cangrejos chícharo del Golfo de California (Crustacea: Pinnotheridae). Revista de Biología Tropical 35:221-225.

Carvacho, A., y R. Ríos. 1982. Los camarones carideos del Golfo de California. II. Catálogo, claves de identificación y discusión biogeográfica. Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México 9:279-294.

Correa, S. F. 1988. Biogeografía de los cangrejos (Brachyura) del Golfo de California. Tesis de Maestría en Ciencias, Centro de Investigación Científica y Educación Superior de Ensenada, Baja California, México.

- Correa, S. F. 1991. Catálogo y Bibliografía de los Cangrejos (Brachyura) del Golfo de California. Comunicaciones Académicas. Dirección Académica del CICESE. Serie de Acuicultura. CIACO9001. Departamento de Acuicultura. Centro de Investigación Científica y Educación Superior de Ensenada, Baja California, México.
- Crane, J. 1975. Fiddler Crabs of the World. Ocypodidae: Genus *Uca*. Princeton University Press, Princeton, New Jersey, U.S.A.
- Davis, J. C. 1973. Statistics and Data in Geology. Wiley, New York, U.S.A.
- Garth, J. S. 1958. Brachyura of the Pacific coast of America. Oxyrhyncha. Allan Hancock Pacific Expeditions 21:1-854.
- Garth, J. S. 1960. Distribution and affinities of the brachyuran crustacea. Symposium on the biogeography of Baja California and adjacent seas. Part II. Marine Biotas. Systematic Zoology 9:105-123.
- Garth, J. S., y W. Stephenson. 1966. Brachyura of the Pacific Coast of America. Brachyrhyncha: Portunidae. Allan Hancock Monographs in Marine Biology 1:1-154.
- Glassell, S. A. 1934. Affinities of the brachyuran fauna of the Gulf of California. Journal of the Washington Academy of Sciences 24:296-302.
- Gore, R. 1982. Porcellanid crabs from the coasts of Mexico and Central America (Crustacea: Decapoda: Anomura). Smithsonian Contributions to Zoology 363:1-34.
- Griffith, H. 1987. Taxonomy of the genus *Dissodactylus* (Crustacea: Brachyura: Pinnotheridae) with descriptions of three new species. Bulletin of Marine Science 40:397-422.
- Hendrickx, M. E. 1979. Range extensions of fiddler crabs (Decapoda, Brachyura, Ocypodidae) on the Pacific coast of America. Crustaceana 36:200-202.
- Hendrickx, M. E. 1984a. The species of *Sicyonia* H. Milne Edwards (Crustacea: Penaeidae) of the Gulf of California, Mexico, with a key for their identification and note on their zoogeography. Revista de Biología Tropical 32:279-298.
- Hendrickx, M. E. 1984b. Estudio de la fauna marina y costera del sur de Sinaloa, México. III. Clave de identificación de los cangrejos de la familia Portunidae (Crustacea: Decapoda). Anales Instituto Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México 11:49-64.
- Hendrickx, M. E. 1987. *Podochela casvae*, new species (Brachyura: Majidae), from the continental shelf of the Gulf of California, Mexico, with a note on ecology and distribution of *Podochela* in the eastern Pacific. Journal of Crustacean Biology 7:764-770.
- Hendrickx, M. E. 1990a. Range extension and host record for *Dissodactylus ususfructus* Griffith, 1987 (Crustacea: Brachyura: Pinnotheridae). Proceedings of the Biological Society of Washington 103:106-107.
- Hendrickx, M. E. 1990b. The stomatopod and decapod crustaceans collected during the *Guaytec II* Cruise in the central Gulf of California, Mexico, with the description of a new species of *Plesionika* Bate (Caridea: Pandalidae). Revista de Biología Tropical 38:35-53.
- Hendrickx, M. E., y A. M. van der Heiden. 1983a. New records of the stomatopod and decapod crustaceans along the Pacific coast of Mexico. Revista de Biología Tropical 31:337-339.
- Hendrickx, M. E., y A. M. van der Heiden. 1983b. Four species of Stomatopoda and Decapoda Brachyura new to the marine fauna of the Gulf of California, Mexico. Crustaceana 44:109-110.
- Hendrickx, M. E., F. Flores Verdugo, A. M. van der Heiden, y R. Briseño. 1983. Faunal survey of the decapod crustaceans, reptiles and coastal birds of the Estero El Verde, Sinaloa, Mexico, with some notes on their biology. Anales Instituto Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México 10:187-194.
- Holmes, A. 1980. Glaciers and glaciation. Pp. 402-467 in Principles of Physical Geology. Wiley, New York, U.S.A.
- Manrique, F. A. 1981. Two new records for land crabs in the Gulf of California (Brachyura, Gecarcinidae). Crustaceana 41:216-217.
- Parker, R. H. 1964. Zoogeography and ecology of macroinvertebrates of the Gulf of California and continental slope of western Mexico. Pp. 331-376 in A Symposium. Marine Geology of the Gulf of California. American Association of Petroleum Geologists, Tulsa, Oklahoma, U.S.A.
- Peters, J. A. 1971. A new approach in the analysis of biogeographic data. Smithsonian Contributions to Zoology 107:1-28.
- Rathbun, M. J. 1918. The grapsoid crabs of America. Bulletin of the United States National Museum 97:1-461.
- Rathbun, M. J. 1925. The spider crabs of America. Bulletin of the United States National Museum 129:1-613.
- Rathbun, M. J. 1930. The cancriid crabs of America of the families Euryalidae, Portunidae, Atelecyclidae, Cancridae and Xanthidae. Bulletin of the United States National Museum 152:1-609.
- Rathbun, M. J. 1937. The oxystomatous and allied crabs of America. Bulletin of the United States National Museum 166:1-278.
- Robinson, M. K. 1973. Atlas of monthly mean sea surface and subsurface temperatures in the Gulf of California, Mexico. San Diego Society of Natural History Memoir 5:1-97.
- Roden, G. L., y G. W. Groves. 1959. Recent oceanographic investigations in the Gulf of California. Journal of Marine Research 18:10-35.
- Romero, C., y A. Carvacho. 1987. Estudios ecológicos en Laguna Percebú, Alto Golfo de California. I. Crustáceos Decapodos: Anomuros. Sistemática, Ecología, Biogeografía y Claves de Identificación. Ciencias Marinas 13:59-88.
- Soulé, J. D. 1960. The distributions and affinities of the littoral marine Bryozoa (Ectoprocta). Symposium on the biogeography of Baja California and adjacent seas. Part II. Marine Biotas. Systematic Zoology 9:100-104.
- Steinbeck, J., y E. F. Ricketts. 1941. Sea of Cortez. Viking Press, New York, U.S.A.
- Villalobos-Hernández, J. L., J. C. N. Rodríguez, A. C. D. Barriga, M. D. V. Martínez, P. F. Hernández, E. L. Fernández, y P. S. Valencia. 1989. Listados Faunísticos de México. I. Crustáceos, Estomatopodos y Decapodos Intermareales de las Islas del Golfo de México. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F., México.
- Walker, B. W. 1960. The distribution and affinities of the marine fish fauna of the Gulf of California. Symposium on the biogeography of Baja California and adjacent seas. Part II. Marine Biotas. Systematic Zoology 9:123-133.
- Wicksten, M. K. 1982. New records of pinnotherid crabs from the Gulf of California (Brachyura: Pinnotheridae). Proceedings of the Biological Society of Washington 95:354-357.
- Wicksten, M. K. 1983. A monograph on the shallow water caridean shrimps of the Gulf of California, Mexico. Allan Hancock Monographs in Marine Biology 13:1-59.

PROCEEDINGS

of the

San Diego Society of Natural History

Founded 1874

Number 27

1 November 1992

Crustáceos Decápodos de la Laguna Barra de Navidad, Jalisco, México

Miriam Alvarez del Castillo C.

Laboratorio de Ciencias Marinas, Universidad Autónoma de Guadalajara, Apdo. Postal 3, Barra de Navidad, Jalisco 48987, México

Michel E. Hendrickx

Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Estación Mazatlán de la Universidad Nacional Autónoma de México, Apdo. Postal 811, Mazatlán, Sinaloa 82000, México

Sergio Rodríguez C.

Laboratorio de Ciencias Marinas, Universidad Autónoma de Guadalajara, Apdo. Postal 3, Barra de Navidad, Jalisco 48987, México

RESUMEN.—Entre julio de 1982 y octubre de 1985 se realizó un estudio de los crustáceos decápodos de la Laguna de Barra de Navidad, Jalisco, en la región tropical del Pacífico de México, incluyendo identificación, análisis de las distribuciones horizontal y vertical, de la abundancia relativa y observaciones de los hábitos. En base al tipo de sustrato y a la distancia a la boca se reconocen 12 biotopos. Siete en la zona entre mareas o mesolitoral con sustratos de arena, arena-lodo, guijas y guijarros (cantos rodados), acantilados, afloramientos, así como los canales y marina; cinco en la zona infralitoral con sustratos de arena, arena-lodo, lodo, guijas y guijarros, y acantilado y macizo rocoso. Los biotopos más extensos son, por mucho, aquellos con sustrato lodoso. Se colectaron aproximadamente 1500 individuos (19 familias; 74 especies). El número de especies encontrado es elevado para un ambiente lagunar-estuarino tropical, debido a la presencia de pequeños subambientes con sustrato duro aledaños a la boca. La mayor diversidad específica fue en los Xanthidae (17 especies) y en los Porcellanidae (12 especies). El género con mayor número de especies fue *Petalisthes* con 10. La mayor diversidad de especies fue encontrada en sustratos duros naturales, particularmente en guijas y guijarros (32 especies para el piso mesolitoral; 27 para el infralitoral). Las familias con mayor distribución horizontal fueron, en general, los Grapsidae y Xanthidae para el piso mesolitoral y los Portunidae para el infralitoral. *Pachygrapsus transversus* se encontró en todos los biotopos mesolitorales con sustrato duro. *Panopeus* cf. *miraflorensis* se colectó en todos los biotopos con sustrato duro natural. *Callinectes arcuatus* y *C. hellicosus* fueron las especies con mayor distribución en los biotopos infralitorales con sustrato blando. No se detectó una marcada dominancia en los biotopos rocosos del piso mesolitoral (índice de dominancia = 44). Las familias con distribución vertical más amplia fueron los Diogenidae, Porcellanidae y Xanthidae; en abundancia por unidad de área sobresalieron *Panopeus* cf. *miraflorensis*, y *Clibanarius albidigitus*. Además, existe una pequeña pesquería para *Callinectes arcuatus*. Otras especies abundantes son *Aratus pisoni*, y en menor grado *Upogebia* sp. y *Uca crenulata*. Se observó que 2 especies aparecen abundantemente durante la temporada de lluvias: *Cardisoma crassum* y *Clibanarius panamensis*. Este último ocurre irregularmente y siempre en conchas de *Cerithidea montagnei*.

ABSTRACT.—Between July 1982 and October 1985, we studied the taxonomy, distribution, relative abundance, and habitats of the decapod crustaceans of the Barra de Navidad Lagoon, Jalisco, located on the Pacific coast of tropical Mexico. Twelve lagoonal habitats were defined, on the basis of substrate and distance from the lagoon inlet, 7 in the intertidal or mesolittoral zone (sand, muddy sand, mud, pebbles, cliffs, channels, and the marina) and 5 in the subtidal zone (sand, muddy sand, mud, pebbles, and cliffs and rocks). The most extensive habitat consists of a large muddy area. During the study, 1,500 individuals of 19 families and 74 species were collected. The number of species is high for this type of system, owing to the presence of areas with hard substrate close to the lagoon entrance and under influence of the marine environment. The families with the largest number of species were the (17) Xanthidae and the Porcellanidae (12). The genus with the highest number of species was *Petalisthes*, with 10. The highest species diversity was found on natural hard substrates, particularly among pebbles (32 species in the intertidal, 27 in the subtidal). Dominance index in rocky intertidal habitats was relatively low (DI = 44). The widest horizontal distributions were found among species of the Grapsidae, Xanthidae (intertidal), and Portunidae (subtidal). *Pachygrapsus transversus* was found in all intertidal habitats with hard substrate. *Panopeus* cf. *miraflorensis* was collected in all habitats with natural hard substrate. *Callinectes arcuatus* and *C. hellicosus* enjoyed the widest distribution in subtidal habitats with soft substrates. The families with the widest vertical distributions were the Diogenidae, Porcellanidae, and Xanthidae, while *Panopeus* cf. *miraflorensis* and *Clibanarius albidigitus* were the most abundant species per unit area. There is a small fishery for the two species of *Callinectes*. Other abundant species are *Aratus pisoni*, *Upogebia* sp., and *Uca crenulata*. Two species, *Cardisoma crassum* and *Clibanarius panamensis*, are abundant during the rainy season only.

INTRODUCCION

A pesar del auge que ha cobrado la biología marina en México durante las dos últimas décadas, el conocimiento que se tiene de la fauna marina y costera sigue siendo relativamente pobre. En particular, la mayoría de los sistemas costeros ubicados en las zonas subtropicales o tropicales no han sido estudiados adecuadamente a pesar de ser accesibles. En las costas del Pacífico mexicano tropical, la casi totalidad de los estudios ecológicos y un gran número de los faunísticos sobre macroinvertebrados se han realizados en el Golfo de California (ver Findley 1976, Brusca 1980, Hendrickx 1986, Villalobos-Hiriart et al. 1989). Al sur del golfo, en cambio, son pocos los ecosistemas que han sido estudiados de manera integral y los listados faunísticos son muy escasos o incompletos (Hendrickx 1984, 1992). Con respecto a los crustáceos bentónicos, el grupo mejor conocido es el de los decápodos (Hendrickx 1985), representado en el área por un gran número de especies con una alta variedad de formas y tamaños (Hendrickx 1990). En su mayoría (88%) estas especies fueron descritas antes de los años cincuenta (Hendrickx 1990); sin embargo, hasta la fecha, poco se sabe acerca de su biología y de las comunidades que conforman o a las cuales pertenecen.

Las comunidades faunísticas de los ambientes lagunares-estuarinos de México han recibido poca atención, aún habiendo reconocido la importancia de éstos como ecosistemas en los ciclos reproductivos y de crecimiento de especies de importancia comercial (Heald et al. 1974, Amezcua-Linares et al. 1987, Hendrickx et al. 1986), o como exportadores de materia orgánica a la plataforma continental (Flores-Verdugo 1989). Estos ecosistemas ocupan en Jalisco únicamente 32 km², siendo el segundo estado más pobremente representado en este tipo de cuerpos de agua en el país (Yáñez-Arancibia 1976).

El presente trabajo fue realizado por el Laboratorio de Ciencias Marinas de la Universidad Nacional Autónoma de Guadalajara, en colaboración con el Laboratorio de Invertebrados Bentónicos de la Estación Mazatlán, Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de la Universidad Nacional Autónoma de México en el sistema de Barra de Navidad, Jalisco, en la costa oeste de México. El objetivo del estudio es describir la comunidad de crustáceos decápodos de la laguna en lo referente a su composición, distribución y abundancia de especies. Los resultados forman parte de una tesis de grado (Alvarez del Castillo, 1983) y fueron completados con muestreos efectuados en 1984 y 1985.

MATERIALES Y METODOS

La laguna de Barra de Navidad se localiza en la costa del Pacífico mexicano, en el extremo sur del estado de Jalisco (entre 19° 10' 50" N y 19° 12' 15" N y entre 104° 39' 20" W y 104° 41' 07" W), en la franja tropical del Pacífico americano (Fig. 1). Es un sistema lagunar típico (Phleger 1969, Lankford 1975), constituido por un cuerpo de agua de forma más o menos rectangular, con una extensión de aproximadamente 3.6 km² (longitud y anchura máximas de 3.5 km y 1.5 km respectivamente). La profundidad oscila entre 1 y 3 m en la mayor parte del sistema y es notable la presencia de 3 islotes y de 5 bajos (Fig. 2). La laguna comunica permanentemente con el mar mediante una boca relativamente amplia (aproximadamente 80 m de ancho) y profunda (hasta 7 m); en la parte sureste, el sistema recibe un aporte de agua dulce considerable de los ríos Marabasco y Arroyo Seco, particularmente durante la temporada de lluvias (junio a octubre) (Escobar-Juan y López-Dellamary 1981, Rodríguez-Cajiga 1985, 1988). El fondo de la laguna está formado por sedimentos terrígenos (aproximadamente el 70%), aportados por los ríos, y de origen marino, estos últimos aportados por la acción conjunta del oleaje y

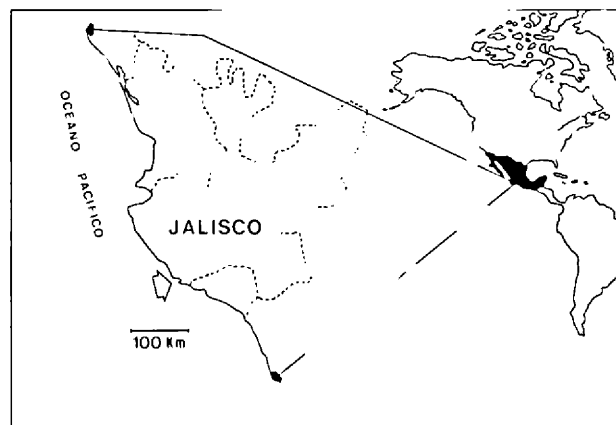


Figura 1. Ubicación de la laguna de Barra de Navidad en el estado de Jalisco, en la costa del Pacífico mexicano.

de las pleamares. En la periferia del sistema se encuentran suelos palustres y aluviales. La comunicación permanente de la laguna con el mar favorece considerablemente la circulación del agua dentro del sistema y, de hecho, esta circulación se debe principalmente a las corrientes originadas por los ciclos de mareas semidiurnas que predominan en el área (Alvarez del Castillo 1983, Rodríguez-Cajiga 1985). La laguna de Barra de Navidad está clasificada como un ambiente laguno-estuarino con baja energía de mareas (Lankford 1977), en período de intenso aporte fluvial llega a observarse un desplazamiento francamente rectilíneo de agua dulce hacia la porción oeste del sistema (Anónimo 1982, Rodríguez-Cajiga 1988).

La vegetación macroscópica asociada con la laguna consiste principalmente en el mangle. Las 4 especies conocidas para el Pacífico mexicano (*Conocarpus erecta*, *Rhizophora mangle*, *Avicennia nitida*, *Laguncularia racemosa*) se encuentran en el sistema, pero existe una fuerte predominancia del mangle rojo (*R. mangle*) tanto en los márgenes de la laguna como en los islotes. El bosque de mangle de la laguna de Barra de Navidad es simple y poco desarrollado en su estructura, además de ser compuesto por individuos jóvenes (Sandoval y Zaragoza 1987, Rodríguez-Cajiga 1988). La laguna de Barra de Navidad fue dividida en doce biotopos, siete para la zona intermareal y cinco para la submareal (Fig. 2), en base a los diferentes tipos de sustrato encontrados (arena, arena-lodosa, lodo, guijas y guijarros [cantos rodados], acantilados, afloramientos, canales y marina del Hotel Cabo Blanco), los niveles de inundaciones y la distancia a la boca del sistema.

El estudio de los crustáceos decápodos asociados con los sustratos rocosos de la laguna se realizó de manera intensiva de julio de 1982 a abril de 1983 (Alvarez del Castillo 1983). Posteriormente y hasta octubre de 1985, se muestreó la fauna en los sustratos blandos y en algunos lugares selectos con sustratos duros, en particular los microhabitats (e.g. madrigueras, grietas, etc). En la zona de muestreo, el régimen de mareas es de tipo semidiurna con una amplitud máxima del orden de 1.8 m (Anónimo 1990). Siguiendo los criterios de Arreguín-Romero (1982) y de Cubero-Gómez (1982), el piso mesolitoral fue dividido en 3 franjas u horizontes (I, II y III) (ver Stephenson y Stephenson 1949, Pérès 1961). Las franjas I, II y III así definidas corresponden aproximadamente con los horizontes mesolitoral superior, mesolitoral intermedio y mesolitoral inferior; la franja infralitoral es poco extendida debido a la naturaleza del sistema (ver Olivier 1971). Los muestreos en estas franjas se hicieron mensualmente

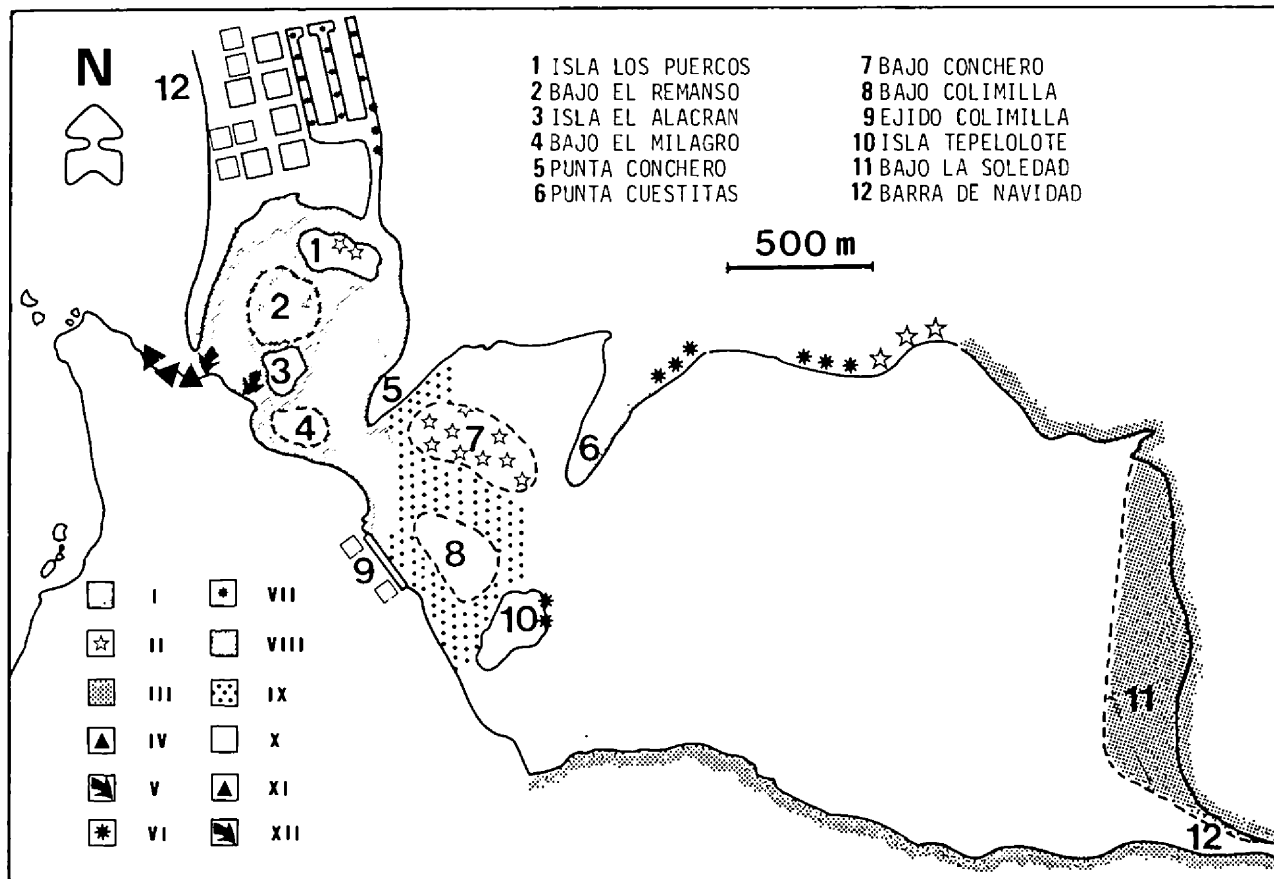


Figura 2. Localización de los distintos biotopos en la laguna de Barra de Navidad. Piso mesolitoral: I, arena; II, arena-lodosa; III, lodo; IV, guijarros; V, acantilado; VI, afloramientos; VII, marina y canales. Piso infralitoral: VIII, arena; IX, arena lodosa; X, lodo; XI, guijarros; XII, macizos rocosos y acantilado.

aprovechando los niveles de mareas más bajas. En los biotopos rocosos entre mareas se tomaron 99 muestras. Los puntos de muestreo fueron determinados de manera aleatoria y el análisis cuantitativo se realizó con un cuadro metálico de 0.1 m². En el biotopo de guijas y guijarros, se colectaron todos los crustáceos decápodos que se encontraron hasta llegar al estrato arenoso subyacente. En los acantilados y afloramientos, fue en ocasiones necesario utilizar cincel y martillo. Tratándose de especies móviles y difíciles de capturar, los conteos se hicieron a la distancia con binoculares en superficies delimitadas previamente. Para cada especie se calculó la abundancia relativa $p_i = n_i/N$, donde n_i es el número total de especímenes de la especie i y N es la suma de los n_i (ver Abele 1976). El índice o grado de dominancia se obtuvo con la fórmula de McNaughton (1967) y es igual a $DI = (n_1/N + n_2/N) \times 100$, donde n_1 y n_2 son los números de individuos de las dos especies más abundantes y N es el total de individuos colectados en la zona analizada. Los muestreos en la zona infralitoral se efectuaron con equipo de buceo autónomo y un cuadro metálico de 0.1 m² durante las mareas más altas de cada mes. Se tomaron 22 muestras en los biotopos rocosos: 11 en fondo de guijarros y guijas, y otros 11 en fondo de acantilados y macizos rocosos. En los biotopos con sustratos blandos, las colectas fueron intensivas y esporádicas. En la zona entre mareas se hicieron a mano y en ocasiones usando una pequeña pala. Para el piso infralitoral se utilizó una red playera de 30 m de longitud, 2 m de profundidad,

1 cm de luz de malla y dos relingas (una con lastre y otra con flotadores).

RESULTADOS Y DISCUSION

Riqueza Específica

Aproximadamente 1500 organismos fueron recolectados, y se identificaron 69 especies pertenecientes a 18 familias. Las familias Xanthidae y Porcellanidae presentaron la mayor diversidad (17 y 12 especies). El género mejor representado en el sistema fue *Petrolisthes* con 10 especies. La riqueza específica encontrada puede ser considerada alta, ya que se trata de un tipo de sistema con condiciones ambientales poco estables y adversas para la sobrevivencia de organismos no adaptados y donde suele encontrarse una baja diversidad específica (ver Hedgpeth 1957, Jeffries 1962, Findley 1976, Hendrickx y Sánchez-Osuna 1983). En la laguna de Barra de Navidad se observa una riqueza muy superior a la encontrada en la zona de mangle y de llanuras lodosas del estero de Urías, Mazatlán (Hubbard 1983: 31 especies), en el estero El Verde, en el sureste del Golfo de California (Hendrickx 1984: 31 especies), en el sistema lagunar-estuarino de Agua Brava (Hendrickx et al. 1986: 29 especies) y en la Bahía de Topolobampo (Sánchez-Bolaños et al. 1988, Hernández-Real y Juárez-Arroyo 1988: 31 especies). Esta marcada diferencia en riqueza faunística se

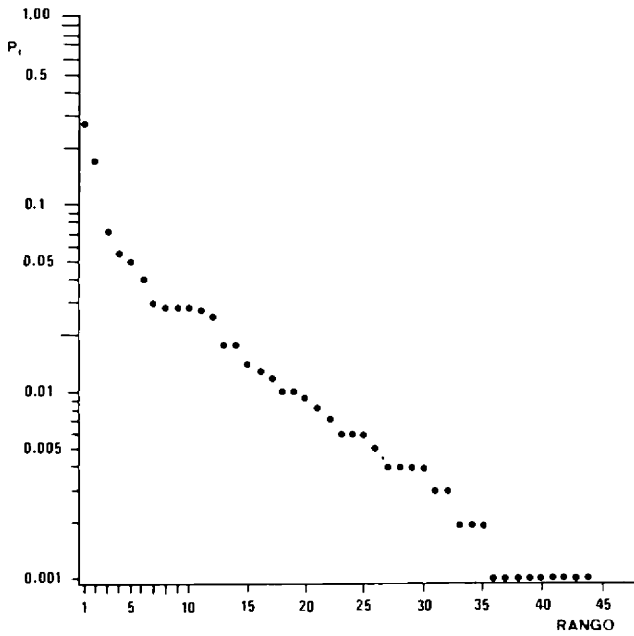


Figura 3. Diagrama de dominancia-diversidad de las especies de crustáceos decápodos del litoral rocoso de la laguna de Barra de Navidad.

debe al hecho que un alto porcentaje de las especies recolectadas en el presente estudio provienen de la zona rocosa ubicada en la entrada de la laguna donde el mar tiene una fuerte influencia sobre las condiciones ambientales (Tabla 1). Comparativamente con los ambientes rocosos intermareales marinos del Pacífico este tropical, la riqueza en especies encontrada es similar: Bahía de Mazatlán, 70 especies (Hendrickx et al. 1982); costa pacífica de Panamá, 78 especies (Abele 1976); ambientes rocosos intermareales del sureste del Golfo de California, 115 especies (datos no publicados); ambientes rocosos intermareales de la totalidad del Golfo de California, 142 especies (Hendrickx 1992).

Descripción de las Comunidades

Biotopo I: Piso mesolitoral con sustrato arenoso.—Este biotopo se caracteriza por una baja capacidad de retención de agua del sustrato y por la intensa exposición a los rayos solares. Cinco especies fueron encontradas: *Upogebia* sp. solo fue colectado en la franja III del bajo El Remanso (Fig. 2), y pequeñas colonias aisladas de *Uca crenulata* ocurren en la franja II del margen interior de la barra arenosa y en el margen este de punta Cuestitas (Fig. 2) (Tabla 1).

Biotopo II: Piso mesolitoral con sustrato arena-lodoso.—Este biotopo está parcialmente sombreado por el mangle, excepto en el bajo Conchero (Fig. 2) y la retención de agua del sustrato es mayor. Han sido encontradas 6 especies y todas ellas en el margen noreste de la laguna (Tabla 1). Solo los ocapódidos *Uca crenulata* (hasta 200 individuos por m²) y *U. princeps* son característicos de este ambiente.

Biotopo III: Piso mesolitoral con sustrato lodoso.—Este es, por mucho, el biotopo entre mareas más extenso del sistema (Fig. 2). Consiste en una llanura lodosa cubierta por mangle, con excepción del bajo La Soledad, con un sustrato siempre húmedo y generalmente con una iluminación poco intensa. A pesar de su gran extensión, solo se encontraron 9 especies en este ambiente (Tabla 1). Por su frecuencia de aparición en los muestreos, tres especies pueden ser consideradas como típicas de este biotopo: *Panopeus*

chilensis, encontrado semienterrado en el lodo así como debajo y en hoquedades de troncos; *Aratus pisoni*, un cangrejo arborícola (ramas y raíces del mangle) observado también en las franjas I y II de la zona intermareal; y *Goniopsis pulchra*, que habita sobre las llanuras lodosas, ocupando principalmente las franjas II y III y refugiándose en las raíces del mangle. Las otras especies encontradas (Tabla 1) son ocasionales o visitantes. *Clibanarius panamensis* (en conchas de *Cerithidea montagnei*) aparece generalmente durante la temporada de lluvias, en la orilla, bajo la superficie del agua. *Cardisoma crassum*, un cangrejo Gecarcinidae de vida terrestre, aparece en el sistema durante la época de lluvias.

Biotopo IV: Piso mesolitoral con sustrato de guijarros y guijas.—Consiste en una pequeña playa de pendiente suave, ubicada cerca de la boca del sistema (Fig. 2). Aunque la exposición a los rayos solares es intensa, siempre se conserva humedad en los estratos inferiores de la playa, particularmente en las franjas II y III. Con 32 especies (43% del total), es en este biotopo donde los crustáceos decápodos están mejor representados (Tabla 1). Esta riqueza puede explicarse por varios factores abióticos, incluyendo la cercanía del ambiente marino y la complejidad estructural del sustrato que proporciona numerosos habitáculos. La franja con mayor número de especies fue la III con 30 (vs. 14 en la II y 3 en la I), incluyendo 11 especies de Xanthidae y 8 de Porcellanidae. En cuanto a abundancia, dominaron los representantes de la familia Diogenidae, Xanthidae y Porcellanidae (299, 171 y 136 especímenes recolectados respectivamente). Destacaron por su abundancia o frecuencia *Clibanarius albidigitus*, *Panopeus cf. miraflorensis*, *Xanthodius sternbergi*, *Petrolisthes armatus* y *Upogebia* sp.. *Clibanarius albidigitus* fue encontrada en la parte baja de la franja II y en toda la franja III; presenta hábitos netamente gregarios. Fue el crustáceo decápodo más abundante del sistema (hasta más de 1100 individuos por m²) y se le encontró frecuentemente en conchas de *Anachis diminuta*. *Panopeus cf. miraflorensis* fue observado solo en la franja III y fue la segunda especie más abundante de este biotopo (hasta 150 individuos por m²). Es el único crustáceo decápodo encontrado en todos los subambientes con sustrato duro, excepto el VII, y uno de los más abundantes en todo el sistema. *Xanthodius sternbergi* fue encontrado en toda la franja II y en la mitad superior de la III, donde fue más abundante. *Petrolisthes armatus* se encontró en la mitad inferior de la franja II y en toda la franja III; fue el porcelánido más abundante del biotopo IV y de todo el sistema. *Upogebia* sp. fue encontrada en la mitad inferior de la franja II y en toda la III. Por lo regular había una pareja en cada madriguera.

Biotopo V: Piso mesolitoral con sustrato formado por acantilado.—Está constituido por paredes rocosas fuertemente inclinadas y de apariencia rugosa, conocidos como acantilados de granito con aplitas. La exposición al sol es reducida por la presencia de árboles y arbustos que crecen por arriba de las vertientes. Aunque colinda con el biotopo IV (Fig. 2), la riqueza específica se reduce grandemente, habiéndose encontrado 13 especies (Tabla 1). Esta disminución podría explicarse por la reducción del número de habitáculos disponibles y garantizando cierta humectación. La familia mejor representada fue la Xanthidae con 6 especies. Las especies más típicas de este subambiente fueron *Pachygrapsus transversus*, *Grapsus grapsus*, *Eriphia squamata*, *Panopeus cf. miraflorensis*, y una especie no determinada de Diogenidae. Los grápsidos se observaron en las 3 franjas. *Panopeus transversus* fue encontrado sobre el acantilado y dentro de grietas y agujeros. *Grapsus grapsus* y *Eriphia squamata* fueron encontrados únicamente en este biotopo; *E. squamata* es de hábitos nocturnos y durante el día se refugia en los agujeros de la mitad inferior de la franja II y de la mitad superior de la III. *Panopeus cf. miraflorensis* ha sido encontrado en la parte más baja de la franja II y en toda la III, generalmente entre algas. Ocho otras especies fueron recolectadas en este subambiente (Tabla 1).

TABLA 1. Lista de las especies de crustáceos decápodos recolectadas en la laguna de Barra de Navidad, Jalisco, clasificadas por biotopos (I a XII) y de acuerdo con la distancia entre cada biotopo y la boca del sistema.

Especies	Biotopo y distancia a la boca (en m; promedio o intervalo)											
	IV 0	XI 0-60	V 60	XII 150	I 200	VIII 200- 600	II 600- 1000	VII 1000	IX 1000- 1200	VI 1300- 2300	X 1500- 3800	III 3000
<i>Alpheus cylindricus</i>	+											
<i>Alpheus leviuseulus</i>	+											
<i>Callinassa</i> sp.	+											
<i>Petrolisthes gracilis</i>	+											
<i>Petrolisthes haigae</i>	+											
<i>Petrolisthes nobili</i>	+											
<i>Petrolisthes</i> sp.	+											
<i>Cycloanthops</i> sp.	+											
<i>Micropanope</i> cf. <i>crismanus</i>	+											
<i>Microcassiope xantusii</i>	+											
Diogenidae sp. ind.	+											
<i>Ozius verreauxi</i>	+											
<i>Pilbo pecten</i>	+											
<i>Synalpheus</i> sp.	+	+										
<i>Petrolisthes crenulatus</i>	+	+										
<i>Petrolisthes lewisi</i>	+	+										
<i>Eurypanopeus planus</i>	+	+										
<i>Petrolisthes armatus</i>	+	+										
<i>Xanthodius stimpsoni</i>	+	+	+									
<i>Petrolisthes edwardsii</i>	+	+	+									
<i>Typton</i> sp.		+										
<i>Panulirus gracilis</i>		+										
<i>Avicula vivax</i>		+										
<i>Fabia</i> sp.		+										
<i>Cronus ruber</i>		+										
<i>Cycloanthops vittatus</i>		+										
<i>Lophoanthus lamellipes</i>		+										
<i>Loxorhynchus grandis</i>		+										
<i>Macrocoeloma villosum</i>		+										
<i>Mithras pygmaeus</i>		+										
<i>Epixanthus tenuidactylus</i>	+		+									
<i>Ozius perlatus</i>	+		+									
<i>Pilumnus pygmaeus</i>	+		+									
<i>Calcinus californensis</i>	+		+	+								
<i>Teleophrys cristulipes</i>	+	+	+	+								
<i>Chibanarius albidigitus</i>	+	+	+	+								
<i>Grapsus grapsus</i>			+									
<i>Eriphia squamata</i>			+									
<i>Synalpheus nobili</i>	+	+		+								
<i>Pagurus</i> aff. <i>lepidus</i>		+		+								
<i>Pagurus</i> sp.		+		+								
<i>Pachycheles spinidactylus</i>		+		+								
<i>Heteractea lunata</i>		+		+								
<i>Stenorynchus debilis</i>		+		+								
<i>Megalobrachium garthi</i>				+								
<i>Pontonia margarita</i>				+								
<i>Pilumnus townsendi</i>				+								
<i>Ala cornuta</i>				+								
<i>Coenobita compressus</i>	+				+							
<i>Upogebia</i> sp.	+	+			+	+						
<i>Alpheus armillatus</i>	+	+								+		
<i>Xanthodius sternberghii</i>	+	+		+						+		
<i>Panopeus</i> cf. <i>miraflorensis</i>	+	+	+	+						+		
<i>Pachygrapsus transversus</i>	+		+				+			+		
<i>Callinectes arcuatus</i>					+	+	+			+		+
<i>Callinectes bellicosus</i>						+		+		+	+	+
<i>Uca crenulata crenulata</i>					+		+			+		+
<i>Chibanarius panamensis</i>					+		+			+		+
<i>Calappa convexa</i>						+						
<i>Ucides occidentalis</i>							+					
<i>Petrolisthes robsoniae</i>										+		
<i>Petrolisthes lindae</i>										+		
<i>Lysmata galapagensis</i>							+					

(cont.)

TABLA I (cont.)

Especies	Biotopo y distancia a la boca (en m; promedio o intervalo)											
	IV	XI	V	XII	I	VIII 200– 600	II 600– 1000	VII 1000	IX 1000– 1200	VI 1300– 2300	X 1500– 3800	III 3000
<i>Pontonia simplex</i>	0	0–60	60	150	200		+					
<i>Cardisoma crassum</i>							+			+		+
<i>Uca princeps princeps</i>							+	+				
<i>Goniopsis pulchra</i>										+		+
<i>Panopeus chilensis</i>										+		+
<i>Aratus pisoni</i>										+		+
<i>Alpheus mazatlanicus</i>												+
<i>Ambidexter panamensis</i>												+
<i>Penaeus californiensis</i>												+
<i>Penaeus vannamei</i>												+
<i>Penaeus stylirostris</i>												+

Biotopo VI: Piso mesolitoral con sustrato formado por afloramientos (Fig. 2).—Está formado por paredes rocosas verticales con la parte inferior casi horizontal; la roca es un granito de ortoclaxa fuertemente alterado por fluidos hidrotermales. Con excepción de la franja III, la exposición al sol es generalmente intensa y hay pocas grietas, agujeros y hoquedades. Trece especies fueron encontradas (Tabla 1). Las más características fueron *Alpheus armillatus*, *Petrolisthes lindae*, *P. robsonae*, *Pachygrapsus transversus*, *Panopeus chilensis*, *P. cf. miraflorensis* y *Xanthodius sternberghi*. De ellas destacan por su mayor abundancia *Panopeus cf. miraflorensis*, *Petrolisthes robsonae* y *P. lindae*. Estas 3 especies se encontraron sobre esponjas adheridas a la superficie rocosa. *Panopeus cf. miraflorensis* ocurrió en la parte más baja de la franja II y en toda la III. Fué el crustáceo decápodo más abundante del biotopo con 56 individuos colectados. *Petrolisthes lindae* y *P. robsonae* se encontraron en la mitad inferior de la franja III.

Biotopo VII: Piso mesolitoral en los canales y la marina.—Este corresponde a una extensión artificial de la laguna (Fig. 2). Aunque los márgenes están expuestos al sol, sirven de habitat para dos especies de braquiuros (*Goniopsis pulchra* y *Pachygrapsus transversus*) que aprovechan las grietas, los agujeros y hoquedades en las tres franjas intermareales. *P. transversus* es la más abundante. *Goniopsis pulchra* ocurre principalmente en la franja III y se ha observado un incremento del número de individuos posteriormente a la deforestación del mangle de la península debido a la construcción de un pequeño centro turístico.

Biotopo VIII: Piso infralitoral con sustrato arenoso.—Aproximadamente el 20% de la superficie de los sustratos blandos infralitorales del sistema son arenosos (Fig. 2) y bajo la influencia del mar. La baja riqueza específica (4 especies; Tabla 1) se debe probablemente a la reducción del número de habitáculos combinado con la influencia de las corrientes y la limitación de las fuentes de alimentos detríticos generalmente asociada con fondos arenosos. Las especies encontradas en este subambiente fueron *Upogebia sp.*, *Calappa convexa* y los portúnidos *Callinectes arcuatus* y *C. bellicosus*. De ellas, las más características fueron *Upogebia sp.* y *Callinectes arcuatus*. *Callinectes arcuatus*, representada en el sistema principalmente por juveniles, es más frecuente frente al margen comprendido entre la barra arenosa y hasta el principio de la península (Fig. 2) donde abundan desperdicios provenientes de una cooperativa pesquera y de algunos restaurantes.

Biotopo IX: Piso infralitoral con sustrato areno-lodoso.—Ocupa aproximadamente el 10% de la superficie del piso infralitoral con sustrato blando (Fig. 2); es una zona de transición no sólo entre

los sustratos arenoso y lodoso, sino también entre el ambiente netamente influenciado por el mar y el lagunar-estuarino típico. Allí, solo han sido encontradas 2 especies (*Callinectes arcuatus* y *C. bellicosus*) presentando una abundancia relativa baja; este biotopo resultó ser el más pobre del sistema en lo que se refiere a crustáceos decápodos.

Biotopo X: Piso infralitoral con sustrato lodoso.—Aproximadamente el 70% del piso infralitoral de la laguna corresponde a este sustrato (Fig. 2). En él predominan las condiciones típicas de un ambiente lagunar-estuarino y se encontraron 7 especies (Tabla 1): *Penaeus californiensis*, *P. stylirostris*, *P. vannamei*, *Alpheus mazatlanicus*, *Ambidexter panamensis*, *Callinectes arcuatus* y *C. bellicosus*. Las dos últimas fueron las más características de este biotopo, particularmente *C. arcuatus*.

Biotopo XI: Piso infralitoral con sustrato de guijarros y guijas.—Corresponde a la continuación de la playa de guijarros y guijas (Fig. 2). Desde mediados de 1986, como resultado del ensanchamiento de la boca y de la construcción de un espigón (en ángulo recto con el remanente de la barra arenosa), esta área quedó cubierta por sedimento. Fue el biotopo infralitoral con mayor riqueza específica, encontrándose 27 especies (Tabla 1). Las familias con mayor número de especies fueron las Xanthidae y Porcellanidae (7 y 5 respectivamente); las mejor representadas fueron los Paguridae, con 221 individuos, y en menor grado los Xanthidae con 39 y los Porcellanidae con 18. Las especies más características por su frecuencia de aparición en las muestras fueron *Clibanarius albidigitus*, *Pagurus aff. lepidus* y *Panopeus cf. miraflorensis*, encontradas debajo y entre los guijarros y guijas. La especie de *Pagurus* fue por mucho el crustáceo decápodo más abundante con 219 individuos recolectados. Las dos especies restantes fueron mucho menos abundantes que en la zona entre mareas con el mismo tipo de sustrato, particularmente *C. albidigitus*.

Biotopo XII: Piso infralitoral con macizo rocoso y acantilado.—Se inicia como una breve extensión del biotopo V y se extiende aproximadamente hasta 6 m de profundidad para terminar en un macizo rocoso con peñas. Por su ubicación (Fig. 2) prevalecen condiciones típicamente marinas. Aquí han sido encontradas 17 especies (Tabla 1). La familia con mayor número de especies fue la Xanthidae con 5, y la que tuvo mayor abundancia fue la Paguridae con 32 especímenes. Sólo una especie sobresalió por su abundancia (*Pagurus aff. lepidus*), con 30 especímenes recolectados y se obtuvieron 4 especímenes de *Pachycheles spinidactylus* y de *Panopeus cf. miraflorensis*.

Distribución de las Especies

Las aguas de los esteros, estuarios y lagunas costeras presentan fuertes cambios de salinidad y temperatura, además de poseer una turbidez generalmente elevada (Olivier 1971, Remane 1971). La acción de las corrientes de mareas influye también en la caracterización de los habitats que allí se encuentran (Olivier 1971). En estos sistemas, y según las condiciones ambientales que dominan en un momento y en un lugar dado, pueden encontrarse especies marinas (halobiontes) penetrando en aguas salobres donde encuentran su límite de extensión (especies marino-mesohalinas), especies adaptadas al ambiente salobre (estuarinas o hifalimirobiontes), o especies de agua dulce (limnobiontes) penetrando en aguas salobres donde encuentran su límite de tolerancia (especies limno-mesohalinas) (Sánchez 1963, Remane 1971, Odum 1972).

La presencia de las especies de crustáceos decápodos en los distintos biotopos definidos en el presente trabajo en relación con la distancia aproximada hasta la boca de comunicación al mar (Tabla 1), permite observar una evidente correlación entre el rango ocupado por cada especie (o sea, su cercanía a la boca del sistema) y el tipo de habitat más característico de cada una de éstas (marino o estuarino-lagunar), siendo las especies con afinidad marina más cercanas a la boca de comunicación con el mar. Trece especies se encontraron exclusivamente en el biotopo IV, directamente en la zona de influencia marina, y otras 17 a una distancia máxima de 60 m. La comunidad de crustáceos decápodos que vive en la laguna de Barra de Navidad corresponde en su mayoría (68%) a especies típicas de litorales rocosos marinos, halobiontes típicos (e.g., *Clibanarius albidigitus*, la mayoría de los *Petrolisthes*, *Grapsus grapsus*, *Eriphia squamata*, *Eurypanopeus planus*, y los Majoidea) (ver: Abele 1976, Brusca 1980, Cubero-Gómez 1982); éstas fueron recolectadas principalmente en la entrada de la laguna. También se recolectaron especies típicas de sistemas lagunares (23%) (e.g., *Aratus pisoni* y *Goniopsis pulchra*, que son componentes dominantes de los bosques de mangle; *Cardisoma crassum*, que ocurre en madrigueras; *Clibanarius panamensis*, común en escurrimientos de marea; *Petrolisthes lindae* y *Panopeus chilensis*) (ver Abele 1976, Hendrickx 1984). La mayoría de estas especies se encontraron exclusivamente en los biotopos de la parte posterior de la laguna, donde la influencia marina es reducida y el ambiente lagunar predomina. Algunas especies no presentaron una afinidad muy específica por un tipo de ambiente (marino o lagunar), y se encuentran en la mayoría de los biotopos: *Pachygrapsus transversus*, *Panopeus cf. miraflorensis* y *Callinectes arcuatus* y en menor grado *Xanthodius sternberghi* y *Alpheus armillatus* (6% de la población). En cuanto a las especies de agua dulce, o limnobiontes, solo se cita una colecta de juveniles de *Macrobrachium* sp. en el río Marabasco (Hendrickx 1988), y no parece existir una penetración notable de ésta u otra especies al sistema lagunar.

Abundancia de las Especies

Los resultados obtenidos en relación a abundancia por unidad de área indican la predominancia en ciertos biotopos de *Clibanarius albidigitus* (hasta 1110 organismos/m²), de *Panopeus cf. miraflorensis*, que además de ser una especie frecuente es ocasionalmente muy abundante (hasta 150 individuos por m²) y de *Paqurus* aff. *lepidus* que dominó en el piso infralitoral de los sustratos duros naturales (hasta 1740 individuos/m²).

El análisis sistemático de la abundancia relativa de las especies asociadas con los biotopos rocosos mesolitorales, permitió ordenar las especies por nivel de abundancia (Tabla 2) utilizando el valor de p_i de cada especie y su rango respectivo en la escala de abundancia (de 1 a 44). El diagrama de dominancia-diversidad obtenido (Fig. 3) siguiendo esta técnica (Whittaker 1965) permite observar que se

TABLA 2. Total de organismos colectados para cada especie (n_i) y su abundancia relativa (p_i), en el piso mesolitoral rocoso de la laguna de Barra de Navidad, Jalisco.

Especie	n_i	p_i
1 <i>Clibanarius albidigitus</i>	272	0.2714
2 <i>Panopeus bermudensis</i>	170	0.1696
3 <i>Petrolisthes armatus</i>	72	0.0718
4 <i>Pachygrapsus transversus</i>	55	0.0548
5 <i>Xanthodius sternberghi</i>	50	0.0499
6 <i>Alpheus leviusculus</i>	40	0.0399
7 <i>Callinus californiensis</i>	29	0.0289
8 <i>Upogebia</i> sp.	28	0.0279
9 <i>Diogenidae</i> sp.	28	0.0279
10 <i>Petrolisthes robsonae</i>	28	0.0279
11 <i>Eriphia squamata</i>	27	0.0269
12 <i>Petrolisthes nobilii</i>	25	0.0249
13 <i>Xanthodius stimpsoni</i>	18	0.0179
14 <i>Eurypanopeus planus</i>	18	0.0179
15 <i>Teleophrys cristulipes</i>	14	0.0139
16 <i>Clibanarius panamensis</i>	15	0.0129
17 <i>Grapsus grapsus</i>	16	0.0109
18 <i>Petrolisthes gracilis</i>	10	0.0099
19 <i>Pilumnus pygmaeus</i>	10	0.0099
20 <i>Petrolisthes edwardsii</i>	9	0.0089
21 <i>Petrolisthes lewisi</i>	8	0.0079
22 <i>Petrolisthes crenulatus</i>	7	0.0069
23 <i>Coenobita compressus</i>	6	0.0059
24 <i>Callinectes arcuatus</i>	6	0.0059
25 <i>Petrolisthes lindae</i>	6	0.0059
26 <i>Petrolisthes haigae</i>	5	0.0049
27 <i>Alpheus armillatus</i>	4	0.0039
28 <i>Alpheus cf. cylindricus</i>	4	0.0039
29 <i>Ozius tenuidactylus</i>	4	0.0039
30 <i>Panopeus chilensis</i>	4	0.0039
31 <i>Uca crenulata</i>	3	0.0029
32 <i>Goniopsis pulchra</i>	3	0.0029
33 <i>Callinassa</i> sp.	2	0.0019
34 <i>Ozius perlatus</i>	2	0.0019
35 <i>Ozius verreauxi</i>	2	0.0019
36 <i>Synalpheus nobilii</i>	1	0.0009
37 <i>Synalpheus</i> sp.	1	0.0009
38 <i>Petrolisthes</i> sp.	1	0.0009
39 <i>Aratus pisoni</i>	1	0.0009
40 <i>Cardisoma crassum</i>	1	0.0009
41 <i>Cicloxanthops</i> sp.	1	0.0009
42 <i>Micropanope cf. cristimanus</i>	1	0.0009
43 <i>Micropanope xantusii</i>	1	0.0009
44 <i>Pitho picteti</i>	1	0.0009

trata de una comunidad sin dominancia muy marcada (p_i máximo = 0.2714), caracterizada por una diversidad media (44 especies); se observa solamente una leve dominancia de 2 especies (*Clibanarius albidigitus* y *Panopeus cf. miraflorensis*). Para estas dos especies, el grado de dominancia (DI) es igual a 44. Comparativamente con lo observado por Abele (1976) en 4 ambientes distintos de la costa pacífica de Panamá (DI por habitat: 71 para playas arenosas; 31 para mangle; 39 para litoral rocoso; 29 para corales) observamos que el valor obtenido en el presente estudio es más próximo al del litoral rocoso que el dado para el habitat de mangle.

LITERATURA CITADA

- Abele, L. C. 1976. Comparative species composition and relative abundance of decapod crustaceans in marine habitats of Panamá. *Marine Biology* 38:263-278.

- Alvarez del Castillo, M. 1983. Estudio de la fauna de los crustáceos decápodos del ambiente rocoso, en la Laguna de Barra de Navidad, Jalisco. Tesis profesional, Escuela de Biología, Universidad Autónoma de Guadalajara. Guadalajara, Jalisco, México.
- Amezcu-Linares, F., M. Alvarez-Ruho, y A. Yáñez-Arancibia. 1987. Dinámica y estructura de la comunidad de peces en un sistema ecológico de manglares de la costa del Pacífico de México, Nayarit. *Anales Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México* 14:221-248.
- Anónimo. 1982. Evaluación ecológica para promover la rehabilitación de la Albufera Barra de Navidad. Comisión de Conurbación Manzanillo-Barra de Navidad. S.E.P., Manzanillo, Colima, México.
- Anónimo. 1990. Tablas de predicción de mareas 1991. Puertos del Océano Pacífico. Servicio Mareógrafo Nacional, Instituto de Geofísica, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F., México.
- Arreguín-Romero, J. L. 1982. Estudio de los moluscos de la zona rocosa litoral de la Bahía de Mazatlán, con referencia especial a su zonación. Tesis profesional, Escuela de Biología, Universidad Autónoma de Guadalajara, Guadalajara, Jalisco, México.
- Brusca, R. C. 1980. Common Intertidal Invertebrates of the Gulf of California, 2nd. edition. University of Arizona Press, Tucson, Arizona, U.S.A.
- Brusca, R. C., y E. W. Iverson. 1985. A guide to the marine isopod Crustacea of the Pacific Costa Rica. *Revista de Biología Tropical* 33:1-77.
- Cubero-Gómez, E. A. 1982. Distribución y zonación de los crustáceos decápodos de la zona litoral rocosa de la Bahía de Mazatlán, Sin. Tesis profesional, Escuela de Biología, Universidad Autónoma de Guadalajara, Guadalajara, Jalisco, México.
- Dawson, E. Y. 1966. Marine Botany: An Introduction. Holt, Rinehart and Winston, New York, U.S.A.
- Day, J., y A. Yáñez-Arancibia. 1979. Lagoon-estuarine environments as ecosystems. In U.N.A.M./O.E.A. (eds.). Seminario Latinoamericano sobre Principios y Métodos en Ecología de Lagunas Costeras. Ciudad del Carmen, Campeche, México.
- Escobar-Juan, L. F., y V. López-Dellamary. 1981. Contribución al estudio taxonómico de la ictiofauna de la laguna de Barra de Navidad, Jalisco. Tesis profesional, Escuela de Biología, Universidad Autónoma de Guadalajara, Guadalajara, Jalisco, México.
- Findley, L. T. 1976. Ecological aspects of mangrove estuaries in Sonora and their relation to human exploitation. Pp. 95-108 in B. Branniff, and R. S. Felger (eds.). Sonora: Antropología del Desierto. Colección Científica Instituto Nacional de Antropología e Historia, México, D. F., México.
- Flores-Verdugo, F. J. 1989. Algunos aspectos sobre la ecología, uso e importancia de los ecosistemas de manglar. Pp. 22-56 in J. de la Rosa-Vélez y F. González-Farías (eds.). Temas de Oceanografía Biológica en México. Universidad Autónoma de Baja California, Ensenada, Baja California, México.
- Hald, E. J., W. E. Odum, y D. C. Tabb. 1974. Mangroves in the estuarine food chains. Pp. 182-189 in P. J. Gleason (ed.). Environment of South Florida: Present and Past. Memoirs of the Miami Geological Society, Vol. 2, Miami, Florida, U.S.A.
- Hedgepeth, J. W. 1957. Estuaries and Lagoons. II. Biological Aspects. Pp. 693-729 in J. W. Hedgepeth (ed). Treatise on Marine Ecology and Paleocology. Ecology Geological Society of America, New York, U.S.A.
- Hendrickx, M. E. 1984. Studies of the coastal marine fauna of southern Sinaloa, México. II. The decapod crustaceans of Estero El Verde. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México* 11:23-48.
- Hendrickx, M. E. 1985. Diversidad de los macroinvertebrados bentónicos acompañantes del camarón en el área del Golfo de California y su importancia como recurso potencial. Pp. 95-148 in A. Yáñez-Arancibia (ed.). Recursos Pesqueros Potenciales de México. La Pesca Acompañante del Camarón. Programa Universitario de Alimentos, Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México, y Instituto Nacional de la Pesca, México, D.F., México.
- Hendrickx, M. E. 1986. Estudio faunístico y ecológico de las comunidades bentónicas de invertebrados (moluscos y crustáceos) del Golfo de California. Pp. 170-187 in Memorias, I Intercambio Académico sobre el Golfo de California, Hermosillo, Sonora, 9-11 de abril de 1986. CICTUS-CONACyT, Hermosillo, Sonora, México.
- Hendrickx, M. E. 1988. On a small collection of caridean shrimps (Crustacea: Decapoda) from the Barra de Navidad coastal lagoon, Jalisco, México. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México* 15:245-248.
- Hendrickx, M. E. 1992. Distribution and zoogeography of decapod crustaceans of the Gulf of California, Mexico. *Proceedings of the San Diego Society of Natural History* 21.
- Hendrickx, M. E. En prensa. Inventario de la fauna de crustáceos decápodos (pelágicos y bentónicos) del Pacífico mexicano: Taxonomía, diversidad y distribución geográfica en el contexto regional del Pacífico este tropical. in Memorias, II Reunión de Resultados de Actividades Oceanográficas a Nivel Nacional, México, D.F., noviembre 1989.
- Hendrickx, M. E., y L. Sánchez-Osuna 1983. Estudio de la fauna marina y costera del sur de Sinaloa. V. Contribución al conocimiento de los crustáceos planctónicos del Estero el Verde. *Revista de Biología Tropical* 31:282-290.
- Hendrickx, M. E., M. Blanco-Carranza, y D. P. Sánchez-Vargas. 1986. Caracterización de las comunidades de invertebrados bentónicos (moluscos y crustáceos decápodos). Pp. 172-219 in Informe Técnico Final. Ecología de los Manglares y Perfil de Comunidades en los Sistemas Lagunares de Agua Brava y Marisma Nacionales, Nayarit. Proyecto UNAM-CONACyT, 022068.
- Hendrickx, M. E., A. M. van der Heiden, A. Toledano G., E. A. Cubero G., y J. L. Arreguín R. 1982. Fauna Intermareal de la playas rocosas. Informe final. Estudio Integral de la Bahía de Mazatlán. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Estación Mazatlán, Universidad Nacional Autónoma de México, Mazatlán, Sinaloa, México.
- Hernández-Real, M. T., y J. Juárez-Arroyo. 1988. Inventario de algunas especies de la flora y fauna bentónicas en las Bahías de Topolobampo, Sinaloa, México. Secretaría de Marina, Dirección General de Oceanografía. EST TOPO/ 88:1-69.
- Hubbard, Z. W. 1983. Estudio de los crustáceos decápodos y moluscos en el Estero de Urias, Puerto de Mazatlán, Sinaloa, en relación con la presencia del mangle. Tesis profesional, Escuela de Biología, Universidad Autónoma de Guadalajara, Guadalajara, Jalisco, México.
- Jeffries, H. P. 1969. Saturation of estuarine zooplankton by congeneric associates. Pp. 500-508 in G. H. Lauff (ed). Estuaries. American Association for the Advancement of Science, Washington, D.C., U.S.A.
- Lankford, R. R. 1977. Coastal lagoons of México. Their origin and classification. Pp. 182-215 in M. Wiley (ed.). Estuarine Processes. II. Circulation, sediments and transfer of material in estuaries. Academic Press, New York, U.S.A.
- McNaughton, S. J. 1967. Relationships among functional properties of California grasslands. *Nature* 216:168-169.
- Odum, E. P. 1972. Ecología. 3a edición. Nueva Editorial Interamericana, México, D.F., México.
- Olivier, S. R. 1971. Elementos de Ecología. Editorial Hemisferio Sur, Buenos Aires, Argentina.
- Pérès, J. M. 1961. Océanographie biologique et biologie marine. I. La Vie Benthique. Presses Universitaires de France, Paris, France.
- Phleger, F. B. 1969. Some general features of coastal lagoons. Pp. 5-26 in Lagunas Costeras, un Simposio. Memorias Simposio Internacional sobre Lagunas Costeras. UNAM-UNESCO, México, D.F., México.
- Remane, A. 1971. Ecology of brackish water. Pp. 1-210 in A. Remane y C. Schlieper (eds.). Biology of Brackish Water. Wiley, New York, U.S.A.
- Rodríguez-Cajiga, S. R. 1985. Informe general sobre el conocimiento actual de la Laguna de Barra de Navidad, Jalisco, México. LCM Ecología, Reporte Técnico No. 5. Laboratorio de Ciencias Marinas, Universidad Autónoma de Guadalajara, Guadalajara, Jalisco, México.

- Rodríguez-Cajiga, S. R. 1985. Contribución al estudio de la macrofauna de la Laguna de Barra de Navidad, Jalisco, México. Reporte interno No. 7. LCM Ecología. Reporte Técnico No. 20, Universidad Autónoma de Guadalajara, Guadalajara, Jalisco, México.
- Sandoval R., L. C. 1985. Informe del estudio de la productividad primaria fitoplanctónica en la Laguna de Barra de Navidad, Jalisco, México. LCM Ecología. Reporte Técnico No. 7. Universidad Autónoma de Guadalajara, Guadalajara, Jalisco, México.
- Sandoval, R., y U. Zaragoza A. 1987. Informe del análisis fisionómico estructural del manglar y su aporte de materia orgánica en la Laguna de Barra de Navidad, Jalisco, México. LCM Ecología. Reporte Técnico No. 11. Universidad Autónoma de Guadalajara, Guadalajara, Jalisco, México.
- Sánchez, M. E. 1963. Datos relativos a los manglares de México. Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Instituto Politécnico Nacional, México, D.F., México.
- Sánchez-Bolaños, T., J. Juárez-Arroyo, y M.T. Hernández-Real. 1988. Contribución al conocimiento de la fauna carcinológica (Decapoda-Brachyura) en las Bahías de Topolobampo, Sinaloa, México. Secretaría de Marina, Dirección General de Oceanografía. EST TOPO/ 88:1-35.
- Stephenson, T. A., y A. Stephenson. 1949. The universal features of zonation between tidemarks on rocky coast. *Journal of Ecology* 38:289-305.
- Villalobos-Hiriart, J. L., J. C. Nates-Rodríguez, A. C. Díaz-Barriga, M. D. Valle-Martínez, P. F. Hernández, E. Lira-Fernández, y P. Schmidtsdorf-Valencia. 1989. Listados faunísticos de México. 1. Crustáceos estomatópodos y decápodos intermareales de las islas del Golfo de California, México. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, D.F., México.
- Whittaker, R. H. Dominance and diversity in land plant communities. *Science* 147:250-260.
- Yáñez-Arancibia, A. 1976. Medioambiente y fauna ictiológica con perspectivas de piscicultura en México. Pp. 445-476 *in* Memorias. I Reunión Latinoamericana sobre Ciencia y Tecnología de los Océanos, 26 mayo-1 junio 1976, Veracruz, México. Secretaría de Marina, Veracruz, México.

**BENTHIC MACRO-CRUSTACEANS OF THE
EASTERN TROPICAL PACIFIC
*MACRO-CRUSTACEOS BENTONICOS DEL
PACIFICO ESTE TROPICAL***, Editado por San
Diego History Natural Museum y el Instituto de
Ciencias del Mar y Limnología, UNAM. Se terminó de
Imprimir en Micro Archivos, S. C., el 18 de Octubre
de 1992.
El tiraje consta de 1,000 ejemplares.