

**FAUNA MALACOLOGICA BENTONICA DEL LITORAL
DE ISLA SOCORRO, REVILLAGIGEDO, MEXICO**

**MALACOLOGIC BENTHIC FAUNA OF THE SOCORRO ISLAND
LITTORAL, REVILLAGIGEDO, MEXICO**

Silvia R. Mille-Pagaza
Alicia Pérez-Chi
O. Holguín-Quiñones

Escuela Nacional de Ciencias Biológicas
Departamento de Zoología, IPN
Carpio y Plan de Ayala s/n. Col. Sto. Tomás
Apartado postal 63383
México, D.F., 02800
México

Recibido en febrero 1994, aceptado en septiembre de 1994

RESUMEN

Se analiza la riqueza específica y composición de los moluscos de isla Socorro, en tres campañas (febrero y mayo, 1991; marzo, 1992). En las dos últimas, se estudia además densidad y frecuencia relativas. Se aplican el índice de valor de importancia (IVI) y los de similitud de Jaccard y Morisita. El grupo de los moluscos mejor representado en toda la isla fue el de los gasterópodos, de los cuales se encontraron 23 especies en febrero, 33 en mayo y 39 en marzo. La bahía con más riqueza específica en las tres campañas fue la Vargas Lozano (25 especies en febrero, 30 en mayo y 33 en marzo), porque tiene oleaje menos intenso, que determina mayor estabilidad del sustrato, y recibe gran aporte de nutrientes de los barcos, en comparación con el resto de las localidades. La mayor densidad relativa se registró en mayo en la bahía Playa Blanca NE (38.9%) y en marzo en la bahía Playa Norte E (24.1%). El IVI muestra que en ambas campañas las mismas especies ocuparon los primeros niveles en todas las bahías. Las especies comunes para todas las localidades en los dos meses fueron: *Isognomon janus* y *Mitrella baccata*. Los dos índices de similitud utilizados mostraron que las bahías más semejantes son, por una parte, las Grayson, Binners y Braithwaite, con oleaje fuerte y algunas pozas de marea y, por otra, las bahías Vargas Lozano y Playa Blanca SO con las costas rocosas más protegidas. Forman un grupo aparte las bahías Playa Blanca NE y Playa Norte E, que muestran condiciones particulares, la primera con arrecife coralino y la segunda con franjas supra y mesolitorales angostas.

Palabras clave: moluscos, costas rocosas, isla Socorro, Revillagigedo, México.

ABSTRACT

A survey on rocky shore mollusks was conducted in some bays of Socorro Island during February and May 1991 and March 1992. Specific richness and composition were analyzed for all expeditions. Relative density and frequency were analyzed only for the last two. The Importance Value Index (IVI) and Jaccard and Morisita similarity indexes were also calculated. Gastropods were the most diverse mollusks in the island, with 23 species in February, 33 in May and 39 in March. Vargas Lozano Bay had the highest total specific richness in all expeditions (25 in February, 30 in May and 33 in March) due to weak waves that produce greater bottom stability, and a great nutrient contribution from the ships that arrive to the island. Playa Blanca NE Bay showed the highest relative density

in May (38.9%) and Playa Norte E Bay in March (24.1%). The IVI showed that the same species obtained the highest levels in all bays and expeditions. In May and March, *Isogomon janus* and *Mitrella baccata* were the most common species in all bays. Jaccard and Morisita indexes showed three principal assemblies. Grayson, Binnerns and Braithwaite were the most similar bays, characterized by strong waves and the presence of some tide pools on the shore. The second group consists of Vargas Lozano and Playa Blanca SO Bays which have protected rocky shores. Playa Blanca NE and Playa Norte E Bays form the third group because of their particular conditions; the first one has a well-developed coral reef next to the beach, and the second one has a narrow supra and intertidal fringe.

Key words: Malacologic fauna, rocky shores, Socorro Island, Revillagigedo, Mexico.

INTRODUCCION

El archipiélago Revillagigedo está compuesto por cuatro islas: Socorro, Clarión, San Benedicto y Roca Partida. Socorro es la más grande, con 140 km² de superficie y forma semicircular o tetragonal. Está situada aproximadamente 700 km al oeste del puerto de Manzanillo, Colima, entre los 18°43' y 18°52' N y los 110°04' y 110°54' O, de acuerdo con la *Carta topográfica de la isla Socorro* (Coord. Gral. de Servicios Nacionales de Estadística, Geografía e Informática, 1980).

Los registros sobre invertebrados béticos de esta isla son escasos. Entre éstos, se encuentran los de Rathbun (1918, 1925 y 1930), que incluyen crustáceos decápodos; los de las expediciones Allan Hancock en el Pacífico, publicados por Garth (1958 y 1960), que también tratan sobre algunas familias de crustáceos decápodos; los de la Academia de Ciencias de California sobre moluscos (Strong y Hanna, 1930; Hanna y Strong, 1949 y Hanna, 1963) y el de Keen (1971), que hacen referencia a varias especies de moluscos de amplia distribución, incluyendo la isla, y a algunas endémicas de esta localidad.

En México, las investigaciones científicas en las islas Revillagigedo se inician con las expediciones de la Universidad de Guadalajara (Medina, 1957) y con la realizada por la Universidad Nacional Autónoma de México en 1960, ambas multidisciplinarias. Esta última investigación comprendió estudios sobre edafología, climatología, hidrología y vegetación, además de listados de los invertebrados encontrados al sur y sureste de la isla, con referencia a algunos aspectos de su distribución (Rioja, 1960; Villalobos, 1960 y Vázquez, 1960).

INTRODUCTION

Revillagigedo Archipelago is composed of four islands: Socorro, Clarión, San Benedicto and Roca Partida. Socorro is the largest of the group (140 km²), semicircular or tetragonal in shape, and located 700 km to the west of the Port of Manzanillo, Colima, between 18°43' and 18°52' N and 110°04' and 110°54' W, as indicated in the *Topographic Chart for Socorro Island* (Coord. Gral. de Servicios Nacionales de Estadística, Geografía e Informática, 1980).

In general, there are few works on the benthic invertebrates of this island. The most important are those of Rathbun (1918, 1925, 1930) on decapod crustaceans; the Pacific Allan Hancock expeditions published by Garth (1958, 1960) that deal with some families of decapod crustaceans; the *Academic Sciences of California* publications about mollusks (Strong and Hanna, 1930; Hanna and Strong, 1949; Hanna, 1963) and Keen (1971), that include many widely distributed mollusks and some species endemic to the island.

In Mexico, scientific research began with the *Universidad de Guadalajara* expedition (Medina, 1957) and continued with the 1960 survey by the *Universidad Nacional Autónoma de México*, both multidisciplinary. This last survey included edaphologic, climatologic, hydrologic and vegetation studies, in addition to the lists of invertebrates found to the south and southeast of the island, with some aspects of their distribution (Rioja, 1960; Villalobos, 1960; Vázquez, 1960).

Interest in the island has increased ever since, a fact that is reflected by the many studies performed on the invertebrates (Chan, 1974; Caso, 1962, 1978, 1980, 1983; Holguín,

El interés sobre la isla se ha ido incrementando desde entonces, lo que se refleja en los estudios realizados sobre invertebrados (Chan 1974; Caso, 1962, 1978, 1980 y 1983; Holguín, 1991; Holguín *et al.*, 1992), mamíferos marinos (Campos y Aguayo, 1993), peces (Castañeda, 1988) y vertebrados terrestres (Ortega *et al.*, 1992).

En este trabajo, se da a conocer la composición, riqueza, densidad, frecuencia y distribución de los moluscos litorales de la isla Socorro.

AREA DE ESTUDIO

La isla Socorro es de origen volcánico, con una altura máxima de 1,050 m sobre el nivel del mar. Su cima es el volcán Evermann, que da origen a una serie de formaciones lávicas que se prolongan hasta la costa. El lado oriental de la isla presenta una costa abierta y abrupta con altos acantilados de difícil acceso (Fig. 1), mientras que el lado occidental presenta varias bahías de dimensiones variables y con condiciones fisiográficas más accesibles, las cuales se describen a continuación.

La bahía Jorge Vargas Lozano se ubica al sur de la isla y está delimitada en su porción occidental por el cabo Regla y en la oriental, por el cerro de El Faro. Es la de mayores dimensiones y la más importante, porque en ella se encuentra asentado el Sector Naval Militar. En el centro de esta bahía, se localiza el muelle que comunica con el canal de navegación y permite el acceso a las embarcaciones. A ambos lados del muelle, se localizan dos pequeñas playas formadas de arena, grava y roquerío de origen ígneo. A los lados de esta bahía, el sustrato está conformado por grandes rocas sobrepuestas y lechos rocosos con fisuras y oquedades que forman una estrecha zona supralitoral con pequeñas pozas de marea. Esta zona se continúa en una región mesolitoral plana. En general, el interior de la bahía está parcialmente protegido de vientos y oleaje, a diferencia de sus extremos.

Al este de esta bahía, se encuentra una más abierta, Braithwaite, llamada localmente La Braulia. En su parte central se encuentran sobrepuestas grandes rocas y piedras rodadas. En

1991; Holguín *et al.*, 1992), marine mammals (Campos and Aguayo, 1993), fish (Castañeda, 1988) and terrestrial vertebrates (Ortega *et al.*, 1992).

The principal objective of this study is to understand the composition, density, frequency and distribution of the littoral mollusks of Socorro Island.

STUDY AREA

Socorro Island is volcanic in origin. Its maximum height (1,050 m) is the top of Evermann Volcano which forms a large number of preserved cones, domes and lava flows which reach the coast. The east side of the island is unapproachable because of its open coast with many crags (Fig. 1). The west side has many different sized bays which are more accessible, and described below.

Vargas Lozano Bay is located to the south of the island and is limited to the west by Cabo Regla and to the east by El Faro Hill. This is the most important bay because of its large size and because of the Navy Headquarters located here. The dock is located in the middle of the bay with two small beaches formed by sand, rock and gravel on each side. This connects with the navigation channel that allows ships to arrive. On both sides of this bay, the bottom has large overlapping rocks with many crevices and hollows which form a narrow supralittoral zone with small tide pools. This zone extends to a broad intertidal zone also with overlapping rocks. In general, the inner coast is partially protected from the wind and waves, but not the outer sides.

Braithwaite Bay, locally called La Braulia, is located to the east of Vargas Lozano and is more open. Its middle portion consists of large overlapping rocks and rounded boulders. On both sides, there are cliffs and detached large rocks on the gently sloping bedrock. The supra and intertidal zones are broad with many crevices, fissures and tide pools which are frequently washed by the waves and spray.

The west side of Cabo Regla limits Binners Bay (or Lucio Gallardo), whose most protected portion is known as Playa Gringos. The middle

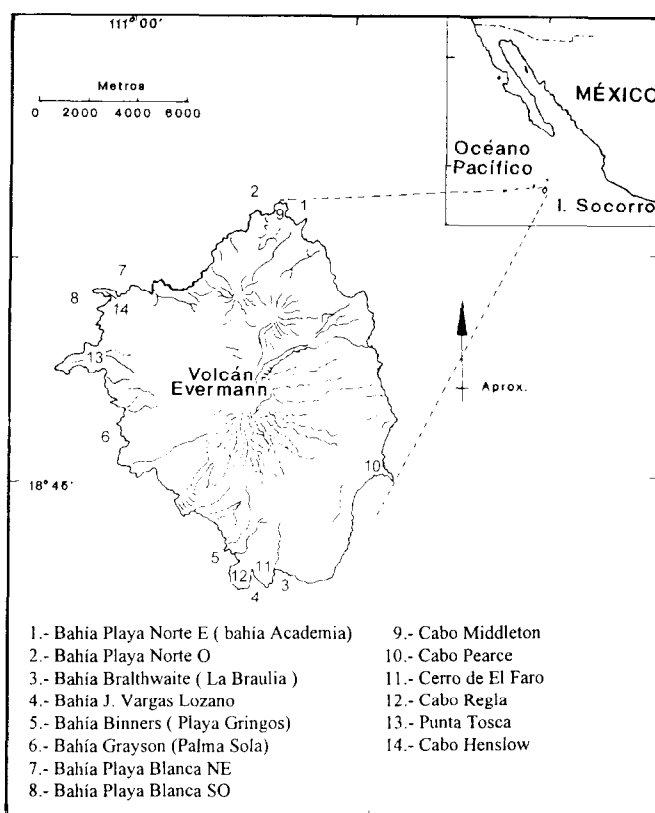


Figura 1. Plano de distribución de localidades de muestreo y puntos de referencia, en la isla Socorro, Revillagigedo.

Figure 1. Map of the sampling sites and reference points in Socorro Island, Revillagigedo.

ambos extremos, se observan desde acantilados y grandes peñascos desprendidos hasta áreas de piso rocoso con declive suave, sobre las que se forman pozas de marea, oquedades, grietas y cavernas, bañadas constantemente por oleaje y salpicaduras, las cuales delimitan amplias áreas supra y mesolitorales.

Cabo Regla delimita por su lado occidental a la bahía Binnars (o Lucio Gallardo), cuya porción más protegida se conoce como playa Gringos, la cual está formada al centro por abundantes elementos arrecifales gruesos y grava de origen ígneo. La costa norte de la bahía se extiende como un macizo rocoso, amplio y bajo, formado por lechos lávicos, donde hay numero-

of this bay is formed by many coarse reef elements and igneous gravel. To the north, the coast forms a broad gently sloping bedrock with abundant tide pools, crevices and caves frequently washed by the waves. To the south, there is an area with large rounded boulders and bedrock which ends in a cliff.

Grayson Inlet (or Palma Sola) is located in the midwestern part of the island. It is surrounded by large high cliffs and crags with overlapping rocks, where crevices and caves exist. The intertidal fringe is narrow and presents cobblestones in a pronounced slope.

To the northwest of the island, on both sides of Cabo Henslow, there are two coves

sas pozas de marea, grietas y cavernas, que constantemente son bañadas por el oleaje. Al sur se encuentra un área conformada por grandes piedras rodadas y afloramientos rocosos, la cual termina en un acantilado.

En el centro de la costa occidental se localiza una pequeña ensenada llamada Grayson, conocida localmente como Palma Sola. Está circundada por abruptos farallones, acantilados y peñascos desprendidos, con roca sobrepuesta, donde existen grietas y cavernas. La franja de marea es en general angosta y presenta cantos rodados inestables, distribuidos en un declive pronunciado.

En el noroeste de la isla, a los lados de cabo Henslow, hay dos ensenadas conocidas en conjunto como Playa Blanca, una de ellas orientada al suroeste y la otra al noreste. La primera, Playa Blanca SE, muestra en su frente norte un macizo rocoso alto y estrecho, con pequeñas pozas de marea, y al sur amplias zonas supra y mesolitorales constituidas por grandes rocas apiladas. La segunda, Playa Blanca NE, presenta una boca estrecha, con grandes acantilados en sus extremos, y se continúa, en su porción norte, con una amplia playa de arena fina, y al sur, con una zona de rocas dispuestas al nivel del mar, cubiertas por arena y algas filamentosas. En la parte central del litoral, hay una zona de poca altura con rocas sobrepuestas que originan una porción supralitoral angosta con pendiente pronunciada. En el centro de la bahía hay una comunidad coralina. En general, el oleaje es suave y el fondo de arena y roca.

Al norte de la isla se encuentra cabo Middleton, conocido localmente como Playa Norte. Esta está formada también por dos pequeñas bahías separadas por una zona arenosa con manglar. La ensenada de Playa Norte E (bahía Academia) muestra de norte a sur una costa rocosa angosta y corta, con rocas sobrepuestas y una zona supralitoral elevada; continúa con una zona arenosa y termina en acantilado. La otra bahía, Playa Norte O, muestra al centro una amplia playa arenosa con peñascos sobresalientes y rocas sobrepuestas, las más próximas a la orilla son movidas constantemente por el oleaje. Al sur se presenta una formación lávica elevada que desciende abruptamente al mar; las pozas de marea son grandes pero escasas.

jointly called Playa Blanca, one of them to the southwest and the other to the northeast. The first one, Playa Blanca SE, shows extensive wave-cut cliffs with small tide pools to the north, and wide supra and intertidal zones constituted by big overlapping rocks to the south. The second one, Playa Blanca NE, has a strait mouth with big cliffs on both sides. It continues northward to a wide sandy beach and southward to a rocky zone at sea level covered by sand and filamentous algae. In the middle littoral, a low zone with overlapping rocks creates a narrow supralittoral region with a steep slope. There is a coral reef community in the center. In general, the waves are weak and the bottom is made up of sand and rock.

Cabo Middleton, locally known as Playa Norte is located to the north of the island. This bay is also formed by two small coves separated by a sandy zone with mangroves. The Playa Norte E Cove (Bahía Academia) shows from north to south, a narrow short rocky shore with overlapping rocks and a high supralittoral zone. It continues with a wide sandy beach and ends in a high cliff. The other cove, Playa Norte O, has a wide sandy beach with many boulders and cobbles in the middle. Those closer to the edge are constantly moved by the waves. Southward, there is an elevated lavic form that descends abruptly into the sea, and tide pools are big, but scarce.

METHODOLOGY

Three sampling expeditions were conducted. The first one, in February 1991, was preliminary and covered Vargas Lozano, Braithwaite and Binners Bays. The specific richness of this expedition was used only for comparison purposes with the other expeditions. The second one was carried out in May 1991 and included three new bays: Grayson, Playa Blanca NE and Playa Blanca SO. The last one, in March 1992, included Playa Norte E and Playa Norte O (Fig. 1).

Line transects were laid out parallel to the coast in each bay, beginning at the supralittoral and continuing into the intertidal zone, as permitted by the tides. Sampling was carried out in 1 m² quadrants with a distance of 10 m between

METODOLOGIA

Se efectuaron tres campañas de muestreo. La primera, en febrero de 1991, fue de carácter prospectivo y comprendió únicamente las bahías Vargas Lozano, Braithwaite y Binners. Los datos generados en esta campaña sólo se utilizaron para comparar la riqueza específica con las otras campañas. La segunda, en mayo de 1991, incluyó, además de las tres anteriores, tres nuevas bahías (Grayson, Playa Blanca NE y Playa Blanca SO), y la última, en marzo de 1992, abarcó además las Playa Norte E y Playa Norte O (Fig. 1).

En cada bahía se ubicaron transectos paralelos a la costa, en las zonas supralitoral y mesolitoral media, conforme lo permitió la marea. En cada transecto se hicieron muestreos en áreas de 1 m², distantes 10 m una de la otra, y se registraron los organismos presentes sobre las rocas, y bajo ellas cuando su tamaño lo permitió. Dependiendo de las características de cada bahía y del nivel de la marea, el número de muestreos realizados varió desde seis hasta 29 (tabla 1).

En la zona supralitoral, de grandes rocas, se hicieron muestreos sobre cuadrados de 10 cm² en las zonas de distribución de los organismos presentes, que por su gran abundancia y tamaño pequeño, como *Littorina pullata*, se analizaron independientemente y presentando sólo los valores máximos de cada expedición.

El análisis de la riqueza específica incluyó los datos del muestreo prospectivo (febrero de 1991). Para mayo y marzo, se hicieron además, estimaciones de densidad y frecuencia y se aplicó el índice de valor de importancia (IVI) (Krebs, 1985). Se calcularon los índices de similitud de Jaccard y Morisita (Brower y Zar, 1978; Cox, 1976; Ludwig y Reynolds, 1988; Omori e Ikeda, 1984) y se elaboraron los correspondientes dendrogramas por ligamiento promedio aritmético no ponderado (UPGMA) y por ligamiento simple, respectivamente.

RESULTADOS Y DISCUSION

En el litoral de la isla los principales grupos de moluscos recolectados fueron Polyplaco-

them. All of the organisms found under and over the rocks were registered. The number of plots sampled ranged from six to 29, depending on the features of the bay and sea levels (table 1).

Sampling was made in the supralittoral zone with big rocks by applying 10 cm² quadrants to the distribution zones of the organisms present. Due to their great abundance and small size, as in the case of *Littorina pullata*, they were analyzed independently, and only the maximum values are given for each expedition.

The quantitative analysis of specific richness included the information from February. Density and frequency as well as the Importance Value Index (IVI) (Krebs, 1985) for May and March were calculated. The similarity indexes of Jaccard and Morisita were calculated, as well as the corresponding dendrograms using UPGMA and simple linkage, respectively (Brower and Zar, 1978; Cox, 1976; Ludwig and Reynolds, 1988; Omori and Ikeda, 1984).

RESULTS AND DISCUSSION

The three major groups of mollusks collected on the island littoral were Polyplacophora, Pelecypoda and Gastropoda. The number of species increased from the first to third expeditions: the polyplacophorans from one to three and up to four species; the pelecypods from three to six and finally seven species. The gastropods were the most diverse group throughout the entire time; 23 species in February, 33 in May and 39 in March. In the study area, 27 mollusk species were obtained in February, 42 in May and 50 in March, belonging to 33 families and 37 genera (tables 2, 3).

Of these species, 23 have been reported by Rodríguez *et al.* (1988) in the Oaxaca coast, which demonstrates their wide distribution in the Pacific Ocean. Nevertheless, only 14 of the species registered in this study are distributed as far as Clarión Island (González *et al.*, 1986), which is a cliff close to Socorro Island, but farther from the Mexican coast. Bernard (1991) lists the pelecypods found in Revillagigedo Archipelago, based on specimens from several museums, and only one species coincides with

Tabla 1. Area de trabajo y número de cuadrantes muestreados para cada bahía de isla Socorro, Revillagigedo.

Table 1. Work area and number of quadrants sampled per bay in Socorro Island, Revillagigedo.

Bahías	Area de trabajo (m)	No. de cuadrantes muestreados	
		Mayo 1991	Marzo 1992
Vargas Lozano	700	23	29
Braithwaite	500	12	25
Binners	430	7	9
Grayson	200	10	10
Playa Blanca SO	200	15	10
Playa Blanca NE	180	7	7
Playa Norte E	140	—	9
Playa Norte O	120	—	6

phora, Pelecypoda y Gastropoda. El número de especies de todos ellos se incrementó de la primera a la tercera campaña: los poliplacóforos aumentaron de una a tres especies y hasta cuatro en marzo; los pelecípodos, de tres a seis y finalmente a siete especies. Los gasterópodos fueron los más diversos en todas las campañas, de los cuales se encontraron 23 especies en febrero, 33 en mayo y 39 en marzo. En total, se registraron 27 especies en febrero, 42 en mayo y 50 en marzo, pertenecientes a 33 familias y 37 géneros (tablas 2, 3).

De todas estas especies, 23 han sido registradas por Rodríguez *et al.* (1988) en las costas de Oaxaca, lo que muestra la amplia distribución de las mismas en el océano Pacífico. Sin embargo, sólo 14 de las encontradas en este trabajo se distribuyen hasta la isla Clarión (González *et al.*, 1986), que es un macizo rocoso cercano a isla Socorro, pero más alejado de la costa mexicana. Bernard (1991) hace un listado de los bivalvos que se encuentran en el archipiélago Revillagigedo, basándose en los ejemplares existentes en varios museos, y sólo una especie coincide con las registradas aquí (*Barbatia bailyi*), lo cual es atribuible a las diferencias de metodología y sitios de muestreo.

El análisis de riqueza de moluscos por bahía y por campaña mostró que, en general, no hay una relación directa entre el incremento de la riqueza específica y el número de cuadrantes realizados por bahía y por campaña (Fig. 2). La bahía Vargas Lozano presentó la más alta diver-

those registered here (*Barbatia bailyi*), which can be attributed to differences in methodology and sample sites.

The analysis of molluscan richness per bay and per survey showed that, in general, there is no direct relationship between the increase in specific richness and the number of quadrants sampled per bay and per survey (Fig. 2). Vargas Lozano Bay presented the highest biological diversity in all expeditions; the maximum, 33 species, was registered in March and the minimum, 25, in February (Fig. 2). The other bays showed variable behavior with respect to this characteristic.

Specific richness reflects the diverse habitats that each bay offers to this kind of organism, and according to this richness, it is possible to distinguish two types of bays.

The first type includes bays with richness values of less than 20 species and with similar physiographic conditions: a narrow supralittoral area with steep slopes inhabited only by littorinid and neritid species, and an intertidal zone with variable widths and tide pools in the upper level. These conditions determine that the organisms develop specific mechanisms to attach themselves to the rocks, are distributed close to the humidity level, or are protected from the strong wave action, as is the case of *Isognomon janus*, *Mitrella baccata*, *Chiton articulatus* and some hipponicids.

The second type is represented by Vargas Lozano Bay, whose richness values are higher

Tabla 2. Familias y número de especies de moluscos por campaña en isla Socorro, Revillagigedo
Table 2. Families and number of mollusk species per expedition in Socorro Island, Revillagigedo.

Familias	Febrero 1991	Mayo 1991	Marzo 1992
Polyplacophora			
Chitonidae	1	1	1
Mopaliidae	-	1	1
Ischnochitonidae	-	1	2
Total especies	1	3	4
Gastropoda			
Fissurellidae	2	3	2
Acmaeidae	2	4	4
Turbinidae	1	1	1
Neritidae	2	2	2
Littorinidae	2	3	3
Rissoinidae	-	-	1
Architectonicidae	-	1	2
Vermetidae	2	2	2
Cerithiidae	1	1	1
Hipponicidae	2	3	2
Capulidae	-	1	1
Cypraeidae	-	1	-
Muricidae	-	-	1
Coralliophilidae	-	1	1
Thaididae	3	4	4
Columbellidae	2	2	2
Fasciolaridae	1	1	1
Marginellidae	-	-	1
Mitridae	1	1	1
Conidae	2	2	2
Olividae	-	-	1
Aplysiidae	-	-	2
Melampidae	-	-	1
Trimusculidae	-	-	1
Total especies	23	33	39
Pelecypoda			
Arcidae	-	2	2
Mytilidae	1	1	1
Pteridae	-	-	1
Isognomonidae	1	1	1
Ostracidae	-	1	1
Chamidae	1	1	1
Total especies	3	6	7

Tabla 3. Listado de especies de moluscos por temporada, en la isla Socorro, Revillagigedo.
Table 3. List of the mollusk species per season in Socorro Island, Revillagigedo.

Especies	Febrero 1991	Mayo 1991	Marzo 1992
<i>Chiton articulatus</i> Sowerby, 1832	x	x	x
<i>Mopalia muscosa</i> (Gould, 1846)		x	x
<i>Radsiella muscaria</i> (Reeve, 1847)		x	x
<i>Radsiella petaloides</i> (Gould, 1846)			x
Fissurelidae		x	
<i>Diodora inaequalis</i> (Sowerby, 1835)		x	x
<i>Fissurella decemcostata</i> McLean, 1970			x
<i>Fissurella morrisoni</i> McLean, 1970		x	
<i>Collisella discors</i> (Philippi, 1849)	x	x	x
<i>Collisella mitella</i> (Menke, 1847)		x	
<i>Collisella strigatella</i> (Carpenter, 1864)			x
<i>Collisella</i> sp. Dall, 1871		x	x
<i>Scurria mesoleuca</i> (Menke, 1851)	x	x	x
<i>Turbo funiculosus</i> Kiener, 1841	x	x	x
<i>Nerita scabricosta</i> Lamarck, 1822	x	x	x
<i>Nerita funiculata</i> Menke, 1851	x	x	x
<i>Littorina pullata</i> Carpenter, 1864	x	x	x
<i>Littorina aspera</i> Philippi, 1846		x	x
<i>Littorina modesta</i> Philippi, 1846	x	x	x
<i>Rissoina stricta</i> Menke, 1850	x		x
<i>Heliacus bicanaliculatus</i> (Valenciennes, 1832)		x	x
<i>Heliacus caelatus</i> (Hinds, 1844)			x
<i>Petalconchus complicatus</i> Dall, 1908			x
<i>Serpulorbis margaritaceus</i> (Chenu, 1844)			x
Vermetidae sp. 1	x		
Vermetidae sp. 2	x		
<i>Cerithium maculosum</i> Kiener, 1841	x	x	x
<i>Hipponix pilosus</i> (Deshayes, 1832)	x	x	x
<i>Hipponix panamensis</i> C.B. Adams, 1852	x	x	x
<i>Capulus sericeus</i> Burch y Burch, 1961		x	x
<i>Cypraea arabicula</i> (Lamarck, 1811)		x	
<i>Murexiella vittata</i> (Broderip, 1833)			x
<i>Coralliophila nux</i> (Reeve, 1846)		x	x
<i>Thais speciosa</i> (Valenciennes, 1832)	x	x	x
<i>Thais haemastoma</i> (Blainville, 1832)			x
<i>Thais planospira</i> (Lamarck, 1822)	x	x	x
<i>Thais</i> sp. Röding, 1798		x	
<i>Purpura pansa</i> Gould, 1853	x	x	x

Tabla 3 (Cont.)

Especies	Febrero 1991	Mayo 1991	Marzo 1992
<i>Columbella socorroensis</i> Shasky, 1970	x	x	x
<i>Mitrella baccata</i> (Gaskoin, 1852)	x	x	x
<i>Latirus socorroensis</i> Hartlein y Strong, 1951	x	x	x
<i>Olivella dama</i> (Wood, 1828)			x
<i>Volvarina taeniolata</i> Mörch, 1860			x
<i>Mitra tristis</i> Broderip, 1836	x	x	x
<i>Conus brunneus</i> Wood, 1828	x	x	x
<i>Conus tiaratus</i> Sowerby, 1833	x	x	x
<i>Stylocheilus longicauda</i> (Quoy y Gaimard, 1824)			x
<i>Dolabella californica</i> Stearns, 1877			x
<i>Pedipes angulatus</i> C.B. Adams, 1852			x
<i>Trimusculus stellatus</i> (Sowerby, 1835)			x
Arcidae		x	x
<i>Barbatia bailyi</i> (Bartsch, 1931)		x	x
Mytilidae	x	x	
<i>Crenella</i> sp. Brown, 1827			x
Pteridae			x
<i>Isognomon janus</i> Carpenter, 1857	x	x	x
<i>Neopycnodonte fischeri</i> (Dall, 1914)		x	x
<i>Chama frondosa</i> Broderip, 1835	x	x	x

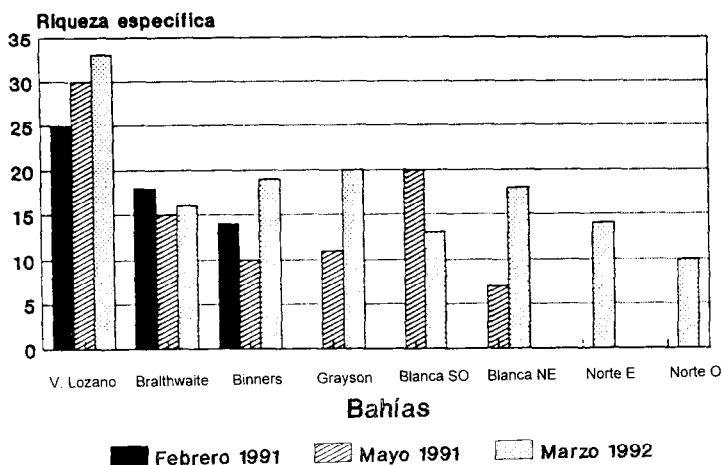


Figura 2. Riqueza de moluscos en la isla Socorro, Revillagigedo.
 Figure 2. Molluscan richness in the Socorro Island, Revillagigedo.

sidad biológica en las tres campañas de muestreo; tuvo la máxima en marzo, con 33 especies, y la mínima en febrero, con 25 (Fig. 2). Las otras bahías mostraron un comportamiento variable en cuanto a esta característica, en las tres expediciones.

La riqueza específica es un reflejo de la diversidad ambiental que cada bahía exhibe para este tipo de organismos y, de acuerdo con esto, es posible distinguir dos clases de bahías.

La primera clase incluye las bahías con valores de riqueza menores de 20 especies y condiciones fisiográficas similares: área supralitoral estrecha y con pendiente muy pronunciada, en la que sólo se desarrollan algunas especies de litorinidos y nerítidos, además de una zona mesolitoral variable en amplitud, con pozas de marea en el nivel superior. Estas condiciones determinan que los organismos que ahí habitan desarrollen mecanismos específicos para sujetarse a las rocas, se distribuyan cerca del nivel de humedad o se protejan del oleaje, como es el caso de *Isognomon janus*, *Mitrella baccata*, *Chiton articulatus* y algunos hiponícidos.

La segunda clase está representada sólo por la bahía Vargas Lozano, cuyos valores de riqueza son mayores de 20 especies, en las tres campañas. En este caso, tanto la zona supralitoral como la mesolitoral son amplias, con abundantes rocas sobrepuestas, aunque escasas pozas de marea. La amplitud de la costa y la fisiografía de la bahía propician una zona protegida que permite mayor fijación de especies, como *Colisella* spp., litorinidos, nerítidos y poliplacóforos, en la zona expuesta de las rocas. Una actividad que posiblemente contribuya a estos valores altos de riqueza es el constante aporte de desperdicios de alimento que vierten las embarcaciones que se anclan en esta localidad; este alimento ingresa a la red trófica marina y al final podría beneficiar a organismos filtradores como *Isognomon janus* y las especies de verméticos o detritófagos como *Mitrella baccata*.

Las familias de gasterópodos que se registraron con mayor riqueza durante las tres campañas fueron: Acmaeidae, con dos especies en febrero y cuatro en mayo y marzo, y Littorinidae y Thaididae, con dos y tres en febrero,

than 20 species in the three expeditions. In this case, the supralittoral and intertidal zones are wider and have many overlapping rocks, but few tide pools. The width of the coast and physiography of the bay produce a protected zone that allows a greater attachment of organisms to the exposed side of the rocks, such as *Colisella* spp., littorinids, neritids and the polyplacophorans. One activity that possibly contributes to these high richness values is the constant contribution of garbage from the ships that arrive to the island. This food enters the marine food chain and benefits the filtering organisms like *I. janus* and the vermetids or detritus feeders like *M. baccata*.

The gastropod families which registered greater richness during the three surveys were: Acmaeidae, with two species in February and four in May and March; Littorinidae and Thaididae, with two and three in February, respectively, and four in the other surveys (table 2). These groups are characteristic of rocky shores with wide distribution in the island.

The relative densities obtained for each bay in May and March showed that in the first month, Playa Blanca NE Bay had the highest value (38.89%) and Vargas Lozano Bay the lowest (4.15%). In the second month, the greatest density was obtained in Playa Norte E Bay (24.10%) and the lowest in Playa Norte O Bay (2.5%) (Fig. 3). These high densities are due to the dominance of *I. janus*. These density values contrast with those of specific richness that are normally observed in this kind of community (Krebs, 1985).

A good example is Vargas Lozano Bay. Here, the density values are inversely related to the number of associated species, whose high specific richness (more than 20 species) corresponds to low density values (4.15%).

The IVI showed in that, in May, the most important species (with IVI values of ten or more) were: *I. janus*, *Turbo funiculosus*, *Chama frondosa*, *M. baccata*, *Hipponix panamensis* and the vermetid group (table 4). The same species also appeared in March (table 5), with the exception of *Ch. frondosa*, who is replaced by *Scurria mesoleuca*. In general, these species obtained the highest levels in all bays. *Isognomon*

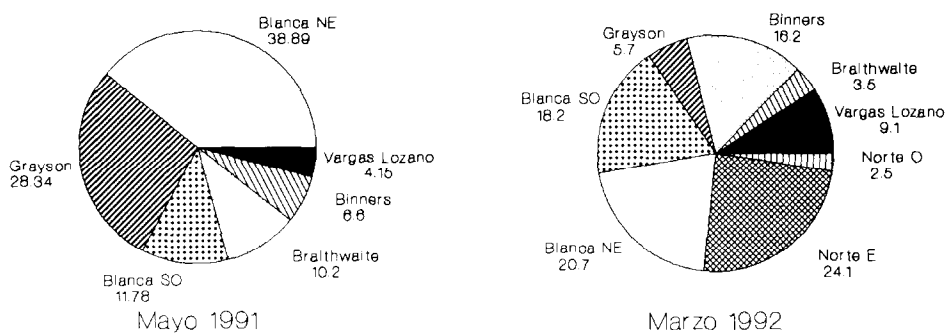


Figura 3. Densidad relativa de moluscos en la isla Socorro, Revillagigedo.
Figure 3. Relative density of the mollusks in Socorro Island, Revillagigedo.

respectivamente, y cuatro en las otras campañas (tabla 2). Estos grupos son característicos de costas rocosas con adaptaciones para adherirse al sustrato duro y soportar un fuerte oleaje, por lo que presentan amplia distribución en la isla.

Las densidades relativas obtenidas por bahía indican que, en mayo, la que mostró el valor más alto fue la bahía Playa Blanca NE (38.89%) y el más bajo se registró en la Vargas Lozano (4.15%). Para marzo, la bahía Playa Norte E mostró la más alta densidad (24.10%) y el valor más bajo de este factor (2.5%) se encontró en la bahía Playa Norte O (Fig. 3). Estas altas densidades son atribuibles al marcado predominio de *I. janus*. Los valores de densidad relativa muestran un marcado contraste con los obtenidos para la riqueza específica; sin embargo, se ha detectado esto para este tipo de comunidades (Krebs, 1985).

Vargas Lozano es un ejemplo claro, donde se relacionan inversamente los valores de densidad relativa y el número de especies asociadas, cuya riqueza específica alta (mayor de 20 especies) corresponde a valores bajos de densidad (4.15%).

Los valores de IVI mostraron que, en mayo, las especies más importantes (con IVI de 10 en adelante) fueron: *I. janus*, *Turbo funiculosus*, *Chama frondosa*, *M. baccata*, *Hippoxip panamensis* y el grupo de los verméticos (tabla 4). En marzo (tabla 5), estas especies aparecieron

janus, *Ch. frondosa* and the vermetids are abundantly developed under the rocks, where the water carries suspended particles as food. *Turbo funiculosus* grazes on the encrusted marine blue-green algae and *H. panamensis*, also with filtering habits, is mainly distributed in the tide pools, where it totally covers the walls.

The presence of vermetids, particularly *Petalococonchus complicatus*, in the highest importance values indicates some environmental disturbance (Siung, 1980), that is reflected on the island by the influence of the convergence of the water masses in its littoral zone (Gallegos *et al.*, 1988).

According to the features of each bay and to the sampling season, other species also registered high IVI values, such as *Stylocheilus longicauda* in Binners Bay during March, whose position, according to this index (table 5), could be attributed to the reproduction cycle.

It is possible to establish from the frequency values that *I. janus* and *M. baccata* are species common to all bays in both periods, as well as the vermetids in May. *Turbo funiculosus*, *S. mesoleuca*, *Ch. frondosa* and *H. panamensis* are common to five bays in May; the first three were absent from Playa Blanca NE Bay, where the bottom conditions and weak waves do not benefit their development. The last species was absent from Playa Blanca SO Bay where tide pools, their preferential habitat, are scarce.

Tabla 4. Índice de valor de importancia para las especies de moluscos de cada bahía, en isla Socorro, mayo 1991.

Table 4. Importance Value Index of the mollusk species for each bay in Socorro Island, May 1991.

Vargas Lozano		Braithwaite		Playa Blanca SO	
<i>Isognomon janus</i>	44.93	<i>Hipponix</i> sp.	31.43	<i>Isognomon janus</i>	41.79
Vermetidae	31.51	<i>Hipponix panamensis</i>	30.08	Vermetidae	31.67
<i>Turbo funiculosus</i>	18.96	<i>Scurria mesoleuca</i>	24.45	<i>Hipponix pilosus</i>	23.67
<i>Chama frondosa</i>	12.79	<i>Isognomon janus</i>	23.40	<i>Hipponix</i> sp.	17.17
<i>Mitrella baccata</i>	10.71	<i>Turbo funiculosus</i>	20.12	<i>Turbo funiculosus</i>	15.47
<i>Hipponix panamensis</i>	10.00	<i>Chiton articulatus</i>	12.58	<i>Chiton articulatus</i>	10.77
<i>Scurria mesoleuca</i>	7.44	<i>Mitrella baccata</i>	11.61	<i>Mitrella baccata</i>	9.37
<i>Thais planospira</i>	6.24	Vermetidae	10.00	<i>Nerita funiculata</i>	7.60
<i>Diodora inaequalis</i>	6.24	<i>Chama frondosa</i>	6.48	<i>Thais planospira</i>	7.47
<i>Cerithium maculosum</i>	5.54	<i>Nerita funiculata</i>	5.68	<i>Mopalia muscosa</i>	5.52
<i>Mopalia muscosa</i>	4.84	<i>Conus tiaratus</i>	5.68	<i>Chama frondosa</i>	5.50
<i>Thais</i> sp.	4.13	<i>Collisella discors</i>	5.48	<i>Collisella mitella</i>	4.62
<i>Capulus seriseus</i>	4.13	<i>Collisella</i> sp.	5.28	<i>Thais</i> sp.	4.12
<i>Hipponix pilosus</i>	3.87	<i>Purpura pansa</i>	5.08	<i>Scurria mesoleuca</i>	3.72
<i>Mitra tristis</i>	3.67	<i>Mopalia muscosa</i>	3.13	<i>Coralliophila nux</i>	2.07
<i>Columbella socorroensis</i>	2.87			<i>Columbella socorroensis</i>	1.97
<i>Cypraea arabicula</i>	2.87			<i>Radsia muscaria</i>	1.77
<i>Chiton articulatus</i>	2.37			<i>Nerita scabricosta</i>	1.77
<i>Heliacus bicanaliculatus</i>	1.77			<i>Littorina modesta</i>	1.77
<i>Thais speciosa</i>	1.40			<i>Barbatia bailyi</i>	1.77
<i>Radsia muscaria</i>	1.40				
Mytilidae	1.40				
<i>Littorina modesta</i>	1.40				
<i>Latirus socorroensis</i>	1.40				
<i>Fissurella morrisoni</i>	1.40				
<i>Conus brunneus</i>	1.40				
<i>Collisella</i> sp.	1.40				
<i>Collisella mitella</i>	1.40				
<i>Collisella discors</i>	1.40				
Arcidae	1.40				

Binners		Grayson		Playa Blanca NE	
<i>Mitrella baccata</i>	43.54	Vermetidae	86.98	<i>Isognomon janus</i>	92.34
<i>Turbo funiculosus</i>	43.37	<i>Hipponix panamensis</i>	37.08	Vermetidae	29.74
<i>Isognomon janus</i>	41.01	<i>Isognomon janus</i>	17.08	<i>Hipponix panamensis</i>	26.39
<i>Scurria mesoleuca</i>	19.94	<i>Nerita funiculata</i>	13.34	<i>Hipponix</i> sp.	20.85
<i>Nerita funiculata</i>	14.04	<i>Mitrella baccata</i>	8.89	<i>Mitrella baccata</i>	16.19
<i>Hipponix panamensis</i>	10.00	<i>Littorina aspera</i>	8.49	<i>Thais speciosa</i>	7.24
<i>Chama frondosa</i>	10.00	<i>Collisella</i> sp.	7.89	<i>Fissurellidae</i>	7.17
<i>Purpura pansa</i>	9.30	<i>Chama frondosa</i>	7.89		
Vermetidae	4.85	<i>Littorina modesta</i>	4.55		
<i>Cerithium maculosum</i>	4.35	<i>Scurria mesoleuca</i>	4.05		
		<i>Turbo funiculosus</i>	3.95		

Tabla 5. Índice de valor de importancia para las especies de moluscos de cada bahía, en isla Socorro, Marzo 1992.

Table 5. Importance Value Index of the mollusk species for each bay in Socorro Island, March 1992.

Vargas Lozano		Binnens			
<i>Petalocochus complicatus</i>	34.54	<i>Chiton articulatus</i>	1.95		
<i>Isognomon janus</i>	22.48	<i>Heliacus caelatus</i>	1.57		
<i>Mitrella baccata</i>	21.74	<i>Neopycnodonte fisheri</i>	1.57		
<i>Hipponix panamensis</i>	19.19	<i>Collisella sp.</i>	1.55		
<i>Scurria mesoleuca</i>	12.84	<i>Heliacus bicanaliculatus</i>	1.55		
<i>Turbo funiculosus</i>	11.37	<i>Cerithium maculosum</i>	1.55		
<i>Serpulorbis margaritaceus</i>	9.12	<i>Pteridae</i>	0.97		
<i>Hipponix pilosus</i>	8.78	<i>Murexiella vittata</i>	0.87		
<i>Mopalia muscosa</i>	8.43	<i>Barbatia bailyi</i>	0.87		
<i>Purpura pansa</i>	6.73	<i>Littorina aspera</i>	0.75		
<i>Thais planospira</i>	5.63	<i>Nerita funiculata</i>	0.75		
<i>Radsiaella muscaria</i>	5.28	<i>Nerita scabricosta</i>	0.75		
<i>Chama frondosa</i>	4.58	<i>Littorina modesta</i>	0.75		
<i>Columbella socorroensis</i>	3.52	<i>Collisella strigatella</i>	0.75		
<i>Coralliophila nux</i>	3.31	<i>Conus brunneus</i>	0.75		
<i>Conus tiaratus</i>	2.62	<i>Latirus socorroensis</i>	0.75		
<i>Rissoina stricta</i>	2.10				
			<i>Petalocochus complicatus</i> 42.98		
			<i>Isognomon janus</i> 29.89		
			<i>Mitrella baccata</i> 18.02		
			<i>Stylocheilus longicauda</i> 17.13		
			<i>Scurria mesoleuca</i> 16.13		
			<i>Mopalia muscosa</i> 13.39		
			<i>Turbo funiculosus</i> 10.04		
			<i>Serpulorbis margaritaceus</i> 8.73		
			<i>Nerita funiculata</i> 8.73		
			<i>Hipponix panamensis</i> 8.29		
			<i>Hipponix pilosus</i> 4.14		
			<i>Littorina modesta</i> 3.24		
			<i>Thais planospira</i> 2.84		
			<i>Radsiaella petaloides</i> 2.84		
			<i>Rissoina stricta</i> 2.74		
			<i>Cerithium maculosum</i> 2.74		
			<i>Thais speciosa</i> 2.74		
			<i>Chama frondosa</i> 2.74		
			<i>Dolabella californica</i> 2.39		
Braithwaite		Grayson		Playa Blanca SO	
<i>Isognomon janus</i>	37.96	<i>Isognomon janus</i>	43.30	<i>Hipponix panamensis</i>	59.40
<i>Hipponix panamensis</i>	29.53	<i>Scurria mesoleuca</i>	21.00	<i>Turbo funiculosus</i>	43.38
<i>Mitrella baccata</i>	24.19	<i>Littorina modesta</i>	16.70	<i>Isognomon janus</i>	38.93
<i>Scurria mesoleuca</i>	19.89	<i>Petalocochus complicatus</i>	16.20	<i>Mitrella baccata</i>	13.90
<i>Turbo funiculosus</i>	16.09	<i>Mitrella baccata</i>	15.50	<i>Petalocochus complicatus</i>	10.18
<i>Chiton articulatus</i>	12.13	<i>Hipponix panamensis</i>	14.80	<i>Chama frondosa</i>	6.55
<i>Heliacus caelatus</i>	11.66	<i>Hipponix pilosus</i>	13.60	<i>Nerita funiculata</i>	5.53
<i>Chama frondosa</i>	10.79	<i>Nerita scabricosta</i>	10.00	<i>Scurria mesoleuca</i>	4.43
<i>Hipponix pilosus</i>	10.46	<i>Purpura pansa</i>	8.20	<i>Radsiaella muscaria</i>	3.93
<i>Petalocochus complicatus</i>	6.46	<i>Nerita funiculata</i>	5.90	<i>Mopalia muscosa</i>	3.73
<i>Nerita funiculata</i>	5.86	<i>Chiton articulatus</i>	5.90	<i>Fissurella decemcostata</i>	3.43
<i>Purpura pansa</i>	3.23	<i>Trimusculus stellatus</i>	4.80	<i>Thais planospira</i>	3.23
<i>Thais planospira</i>	2.93	<i>Coralliophila nux</i>	3.40	<i>Coralliophila nux</i>	3.23
<i>Mitra tristis</i>	2.93	<i>Turbo funiculosus</i>	3.00		
<i>Neopycnodonte fisheri</i>	2.93	<i>Capulus sericeus</i>	3.00		
<i>Mopalia muscosa</i>	2.93	<i>Pedipes angulatus</i>	3.00		
		<i>Thais planospira</i>	3.00		
		<i>Littorina aspera</i>	3.00		
		<i>Mitra tristis</i>	3.00		
		<i>Crenella sp.</i>	3.00		

Tabla 5 (Cont.)

Playa Blanca NE		Playa Norte E		Playa Norte O	
<i>Hipponix panamensis</i>	50.37	<i>Isognomon janus</i>	86.34	<i>Scurria mesoleuca</i>	60.95
<i>Petalocochnus complicatus</i>	34.90	<i>Turbo funiculosus</i>	27.84	<i>Mitrella baccata</i>	44.85
<i>Isognomon janus</i>	28.44	<i>Mitrella baccata</i>	25.48	<i>Littorina modesta</i>	18.30
<i>Hipponix pilosus</i>	22.94	<i>Scurria mesoleuca</i>	13.81	<i>Thais haemastoma</i>	11.20
<i>Mopalia muscosa</i>	8.60	<i>Chama frondosa</i>	11.35	<i>Isognomon janus</i>	11.20
<i>Serpulorbis margaritaceus</i>	8.59	<i>Thais haemastoma</i>	7.90	<i>Purpura pansa</i>	11.20
<i>Radsia petaloides</i>	5.88	<i>Nerita scabricosta</i>	6.37	<i>Chama frondosa</i>	11.20
<i>Heliacus coelatus</i>	5.67	<i>Littorina modesta</i>	5.22	<i>Nerita scabricosta</i>	10.90
<i>Cerithium maculosum</i>	5.67	<i>Thais speciosa</i>	2.68	<i>Turbo funiculosus</i>	10.90
<i>Mitrella baccata</i>	5.67	<i>Hipponix panamensis</i>	2.68	<i>Collisella discors</i>	8.90
<i>Olivella dama</i>	3.32	<i>Neopycnodonte fischeri</i>	2.56		
<i>Collumbella socorroensis</i>	3.11	<i>Thais planospira</i>	2.56		
<i>Nerita scabricosta</i>	2.92	<i>Chiton articulatus</i>	2.56		
<i>Chama frondosa</i>	2.92	<i>Barbatia bailyi</i>	2.56		
<i>Volvarina taeniolata</i>	2.74				
<i>Conus tiaratus</i>	2.74				
Arcidae	2.74				
<i>Diodora inaequalis</i>	2.74				

también en los primeros lugares, con excepción de *Ch. frondosa*, en cuyo lugar está *Scurria mesoleuca*. Dichas especies, en general, ocuparon los primeros lugares en todas las bahías. *Isognomon janus*, *Ch. frondosa* y los verméticos, se desarrollaron abundantemente bajo las rocas, donde el movimiento del agua pone a su disposición partículas en suspensión. *Turbo funiculosus* es un organismo raspador que aprovecha el desarrollo de algas cianofíceas incrustantes e *H. panamensis*, de hábitos también filtradores, se concentra en las pozas de marea, donde cubre materialmente las paredes.

Es importante hacer notar que la presencia de los verméticos, y en particular de *Petalocochnus complicatus*, entre los primeros valores de importancia es indicativa de cierto grado de perturbación ambiental (Siung, 1980), que llega a la isla por la influencia de masas de agua que convergen en su litoral (Gallegos *et al.*, 1988).

De acuerdo con las características de cada bahía y la temporada de muestreo, se registraron otras especies entre los primeros lugares del IVI, como *Stylocheilus longicauda*, en bahía Binnars durante marzo, cuya posición de acuer-

The same four species were again common during March, but now, in seven different bays; *S. mesoleuca* and *T. funiculosus* were absent from Playa Blanca NE Bay, where their development is limited by the environmental conditions, such as a bottom scarcely covered with algae and an absence of tide pools.

Nevertheless, of the species most common in Socorro Island, only *T. funiculosus* and *Littorina pullata* are reported in Clarión Island (González *et al.*, 1986). Even *I. janus*, which is so frequent in Socorro Island, has not been reported for Clarión, but Brusca (1980) reports it in the lower west coast of Baja California and throughout the gulf. This indicates the mixing of Panamanian and Californian faunas that exists in Socorro Island.

The results of the frequency analyses also allowed the identification of species exclusive to the bays: in Vargas Lozano, *Heliacus bicaniculatus*, *Latirus socorroensis* and *Conus brunneus* were present in May and March. Their presence can be explained by the garbage that is thrown out by the ships and consumed by these detritus and carnivorous feeders

do con este índice (tabla 5) puede atribuirse al periodo de reproducción.

Con los valores de frecuencia es posible establecer que *I. janus* y *M. baccata* son especies comunes a todas las bahías en ambos muestreos, así como los verméticos en mayo. *Turbo funiculosus*, *Scurria mesoleuca*, *Chama frondosa* e *Hipponix panamensis* son comunes a cinco bahías, en mayo; las tres primeras estuvieron ausentes de la Playa Blanca NE, donde las condiciones de sustrato y oleaje tranquilo son desfavorables para su desarrollo. La última no se encontró en la bahía de Playa Blanca SO, donde las pozas de marea, su hábitat preferencial, son escasas.

Durante marzo, las mismas cuatro especies fueron comunes, pero entonces a siete diferentes bahías; *S. mesoleuca* y *T. funiculosus* estuvieron ausentes de la bahía Playa Blanca NE, debido a que las condiciones ambientales, consistentes en escaso sustrato cubierto por algas y ausencia de pozas de marea, imposibilitan su desarrollo.

Sin embargo, de estas especies, que son las más comunes en isla Socorro, solamente *T. funiculosus* y *Littorina pullata*, se han registrado para la isla Clarión (González *et al.*, 1986). Aun *Isognomon janus*, que es tan frecuente en Socorro, no ha sido registrada para Clarión, pero Brusca (1980) la encontró en la costa oeste inferior de Baja California y a lo largo del golfo, lo que es indicativo de la mezcla de fauna panámica y californiana que existe en la isla Socorro.

Los resultados de frecuencia permitieron además identificar especies exclusivas de las bahías: en Vargas Lozano, *Heliacus bicanaliculatus*, *Latirus socorroensis* y *Conus brunneus* se encontraron tanto en mayo como en marzo, y su presencia se puede atribuir al aporte de desechos orgánicos de las embarcaciones, los cuales son aprovechados por estas especies carnívoras o detritófagas (Keen, 1971). En bahía Binners, se registraron *Stylocheilus longicauda* y *Dolabella californica* sólo en marzo, cuando las numerosas pozas de marea con abundante crecimiento algal les brindan protección y alimento (Keen, 1971).

Una especie típica de estas zonas rocosas, observada en todas las bahías es *L. pullata*, que no se incluyó en los análisis anteriores de-

(Keen, 1971). *Stylocheilus longicauda* and *Dolabella californica* were registered in Binners Bay only in March. This can be explained by the presence of tide pools and abundant algae growth that provides food and protection (Kleen, 1971).

Littorina pullata is a typical species of rocky shores and was observed in all bays. It was not included in the previous analysis because of its aggregated distribution in fissures and crevices in the rocks. The maximum values were registered in Playa Blanca SO Bay with 108 org./m² in May and 5,375 org./m² in March. This difference can be attributed to the reproductive season, since the presence of juvenile and adult organisms can be differentiated in the March aggregations.

In the dendrogram obtained from the Jaccard similarity values between bays and for each expedition, two groups of bays are separated at 50% in May (Fig. 4a). The first one includes Grayson, Binners and Braithwaite Bays, and the second group is formed by Vargas Lozano and Playa Blanca SO Bays. Playa Blanca NE Bay joins this last group at a lower similarity value (30%).

In March, no group was clearly independent at 50% similarity (Fig. 4b). This indicates similar specific compositions in this month. Nevertheless, Playa Blanca NE Bay once again joins the rest of the bays with a low similarity value (31%), that is possibly due to its particular features.

Morisita index results do not show any defined group in May (Fig. 4c). The bays are grouped at different levels of similarity; Playa Blanca SO and Vargas Lozano Bays at 1.0, joined by Playa Blanca NE Bay at 0.82. Once again, Grayson, Binners and Braithwaite Bays form a group as in the Jaccard index, as well as Vargas Lozano, Playa Blanca SO and Playa Blanca NE Bays.

Two groups are observed in March (Fig. 4d). One is formed by bays with similar wave intensities and bottom characteristics: Grayson, Braithwaite, Vargas Lozano, Binners, Playa Norte O and Playa Blanca SO at 0.76 of similarity. The other group is made up of Playa Blanca NE and Playa Norte E. These last two

bido a su distribución agregada en fisuras y oquedades de las rocas. Los valores máximos se registraron en la bahía Playa Blanca SO, durante mayo, con 108 org./m², y marzo, con 5,375 org./m². La diferencia tan alta entre ambas campañas puede atribuirse a que el muestreo de marzo coincidió con la época de reproducción de la especie, ya que en estos conglomerados se diferenciaron adultos y formas jóvenes.

En el dendrograma obtenido con los valores de similitud de Jaccard entre bahías y para cada campaña (Fig. 4a), en mayo se separan dos grupos a un 50% de similitud. Un grupo incluye las bahías Grayson, Binners y Braithwaite, y el segundo, las Vargas Lozano y Playa Blanca SO. A este último grupo se une la bahía Playa Blanca NE a un nivel menor de similitud (30%).

En marzo (Fig. 4b), ningún grupo fue claramente independiente a un 50% de similitud. Esto indica que no hay una clara diferencia en cuanto a la composición específica de las bahías de esta isla. Sin embargo, nuevamente, la Playa Blanca NE se une al resto de las bahías con un nivel bajo de similitud (31%), debido a que en ella se presentan condiciones particulares.

Los resultados con el índice de Morisita para el mes de mayo (Fig. 4c) no muestran ningún grupo definido, las distintas bahías se van agregando a diferentes niveles de similitud. La Playa Blanca SO y Vargas Lozano se unen a un valor de 1.0 y la Playa Blanca NE se asocia con éstas dos a un nivel de 0.82. De la misma manera que con Jaccard, las bahías Grayson, Binners y Braithwaite se mantienen juntas, lo mismo que las Vargas Lozano y las Playa Blanca SO y NE.

Para el mes de marzo (Fig. 4d), se forman dos grupos. Uno está integrado por las bahías con características de sustrato e intensidad de oleaje similares: Braithwaite, Grayson, Vargas Lozano, Binners, Playa Norte O y Playa Blanca SO, que se unen a 0.76 de similitud, y al cual se agregan consecutivamente la Playa Blanca NE y la Playa Norte E. Estas últimas se separan del resto de las bahías por una baja similitud (0.45), ya que son las bahías con rasgos más particulares en la isla. En la primera, la presencia del arrecife aminora el efecto del oleaje y permite

are independent from the rest of the bays because of a low similarity (0.45), since they are the most unique bays. The presence of the coral reef in the first bay decreases the wave effect and allows the filamentous algae to develop in the intertidal zone, which produces a slight increase in the specific richness. In the second bay, the narrow supra and intertidal zones are beside a wide sandy beach. This confirms the low richness value and high density, compared with the other coves.

CONCLUSIONS

The class Gastropoda was the most diverse in the island with 39 species in the last expedition. Pelecypoda was next with seven and Polyplacophora with four.

Vargas Lozano Bay showed the highest specific richness in all expeditions.

The gastropod families Acmaeidae and Thaididae registered great biological diversity in the last two expeditions.

The greatest relative density value of mollusks was obtained in Playa Blanca NE Bay in May and in Playa Norte E Bay in March.

The species with the highest IVI levels were: *Isognomon janus*, *Turbo funiculosus*, *Chama frondosa*, *Mitrella baccata*, *Hipponix panamensis*, *Scurria mesoleuca* and the group of vermetids.

Isognomon janus and *M. baccata* were common in all bays for both expeditions.

Heliacus bicanaliculatus, *Latirus socorroensis* and *Conus brunneus* are exclusive to Vargas Lozano Bay, and *Stylocheilus longicauda* and *Dolabella californica* to Binners Bay.

Playa Blanca NE and Playa Norte E Bays were structurally different from the rest.

We recommend that the island be protected, since the high biological richness of the coast and the distribution of the molluscan densities observed appear to be unaltered.

ACKNOWLEDGEMENTS

Thanks to CONACYT and DEPI-IPN for the financial support for this study. To the Mexican Navy (*Secretaría de Marina*), espe-

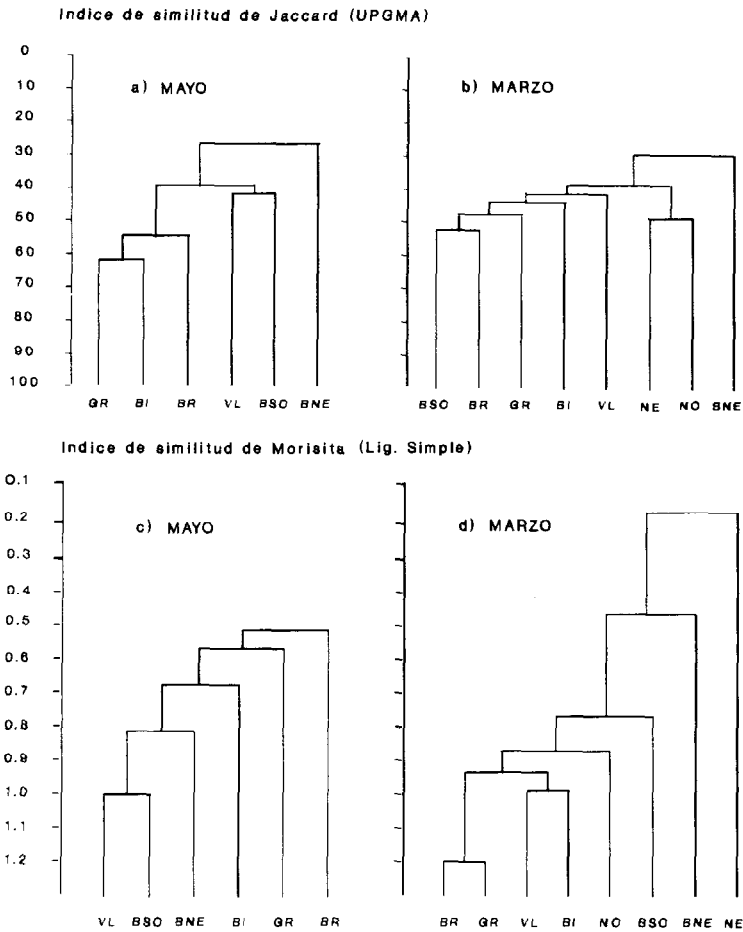


Figura 4. Similitud entre bahías.

Figure 4. Similitude among the bays.

que se desarrollen algas filamentosas cortas en el mesolitoral, lo que propicia un ligero aumento en la riqueza específica. La segunda tiene las zonas supra y mesolitorales angostas al lado de una playa arenosa amplia, lo que se traduce en baja riqueza y alta densidad, en comparación con las otras localidades.

CONCLUSIONES

La clase Gastropoda fue la más diversa en la isla, con 39 especies en la última campaña, se-

cially the naval garrison on Socorro Island for the hospitality and logistic support. To Jorge Carrillo L. and Rosario Guadarrama G. for the revision of the manuscript.

English translation by the author.

guida por la Pelecypoda, con siete y la Polyplacophora, con cuatro.

La bahía Vargas Lozano mostró la mayor riqueza específica en todas las campañas.

De los gasterópodos, las familias Acmacidae y Thaididae tuvieron la mayor diversidad biológica en las dos últimas campañas.

La mayor densidad relativa de moluscos se obtuvo en la bahía Playa Blanca NE, en mayo, y en la Playa Norte E en marzo.

Las especies con el primer nivel de IVI fueron *Isognomon janus*, *Turbo funiculosus*, *Chama frondosa*, *Mitrella baccata*, *Hipponix panamensis*, *Scurria mesoleuca* y el grupo de los verméticos.

Isognomon. janus y *M. baccata* fueron comunes a todas las bahías, en ambas temporadas.

Se determinó que *Heliacus bicanaliculatus*, *Latirus socorroensis* y *Conus brunneus* son especies exclusivas de la bahía Vargas Lozano y *Stylocheilus longicauda* y *Dolabella californica* de la Binners.

Las bahías Playa Blanca NE y Playa Norte E fueron estructuralmente diferentes del resto.

Por la riqueza específica y la distribución de las densidades de las especies de moluscos observadas, se considera que la isla muestra comunidades poco alteradas en sus costas rocosas, a las cuales conviene proteger.

AGRADECIMIENTOS

El CONACYT y la DEPI del IPN proporcionaron apoyo financiero para la realización del proyecto. La Secretaría de Marina brindó ayuda para transportación y estancia, en todas las campañas. Se agradecen, a Jorge Carrillo L. y Rosario Guadarrama G., las valiosas opiniones sobre el manuscrito.

REFERENCIAS

- Bernard, F.R., Mckinnell, S.M. and Jamieson, G.S. (1991). Distribution and zoogeography of Bivalvia of the Eastern Pacific Ocean. **Can. Spec. Pub. Fish. Aqua. Scien.**, 112, Ottawa, Canada, 60 pp.
- Brower, J.E. and Zar, J.H. (1978). **Field and Laboratory Methods for General Ecology**. Brown Co. Pub., IA, USA, 194 pp.
- Brusca, R.C. (1980). **Intertidal invertebrates of the Gulf of California**, 2nd. ed., University of Arizona Press, USA, 513 pp.
- Campos, R. y Aguayo, A. (1993). La población del rorcuál jorobado, *Megaptera novaeangliae* (Borowski, 1871) (Cetacea: Balanopteridae) en aguas de isla Socorro, México. **Cuad. Mex. Zool.**, 1: 58.
- Caso, M.E. (1962). Estudio sobre equinodermos de las islas Revillagigedo. **An. Inst. Biol., UNAM**, XXXIII (1 y 2): 293-330.
- Caso, M.E. (1978). Equinodermos del Pacífico de México. Parte I. Orden Cidaroida y Autodonta. **An. Cen. Cienc. Mar y Limnol., UNAM**, pub. esp., 1: 1-244.
- Caso, M.E. (1980). Los equinodermos del Pacífico de México. Parte III. Orden Clypeasteroida. **An. Cen. Cienc. Mar y Limnol., UNAM**, pub. esp., 4: 1-252.
- Caso, M.E. (1983). Los equinodermos del Pacífico de México. Parte IV. Ordenes Cassiduloida y Spatangoida. **An. Cen. Cienc. Mar y Limnol., UNAM**, pub. esp., 6: 1-200.
- Castañeda, B.E. (1988). Prospección ictiológica de isla Clarión, México. **Ser. Biol. Mar. Dir. Gral. Ocean. Naval, Secretaría de Marina**, pp. 97-136.
- Chan, G.L. (1974). Report of biological observations of the Revillagigedo expedition. NAUI Bio-Marine Exploration Seminar, **College of Maine**, Kentfield, USA, 41 pp.
- Coordinación General de los Servicios Nacionales de Estadística, Geografía e Informática. (1980). **Carta topográfica de la isla Socorro**. CGSNEGI, Secretaría de Programación y Presupuesto, México.
- Cox, G.W. (1976). **Laboratory Manual of General Ecology**. Brown Co. Pub., IA, USA, 232 pp.
- Gallegos, G.A., Barberán, J.M. y Fernández, E., (1988). Condiciones oceánicas alrededor de la isla Socorro, archipiélago de Revillagigedo, en julio de 1981. **Rev. Geofísica**, 28: 41-58.
- Garth, J.S. (1958). Brachyura of the Pacific Coast of America. Oxyrhyncha. **Allan Hancock Pacific Expeditions**, 21.
- Garth, J.S. (1960). Symposium: The biogeography of California and adjacent seas. Part II. Distribution and Affinities of the Brachyuran Crustacea. **Syst. Zool.**, 9(3-4): 105-123.

- González-Nakagawa, O. y Sánchez, S. (1986). Nota de moluscos como fauna de acompañamiento de crustáceos de la isla Clarión, México. **Dir. Gral. Ocean. Nav. Inv. Ocean., Secretaría de Marina**, B, III(1): 153-182.
- Hanna, G.D. and Strong, M. (1949). West American mollusks of the genus *Conus*. **Proc. Cal. Acad. Sci.**, XXVI(9): 322-375.
- Hanna, G.D. (1963). West American mollusks of the genus *Conus*-II. **Occasional Papers of the California Acad. Sci.**, No. 35, 103 pp.
- Holguín, Q.O., Mille-Pagaza, S. y Pérez-Chi, A. (1992). Resultado de las campañas de muestreo de 1991 para el estudio del bentos marino de isla Socorro, Revillagigedo, Colima, México. **Zoología Informa, ENCB, IPN**, 24: 1-20.
- Holguín, Q.O. (1993). Distribución, abundancia y composición peso-talla de *Purpura pansa* (Mollusca:Gastropoda) en isla Socorro, archipiélago Revillagigedo, México. **Zoología Informa, ENCB, IPN**, 25: 24-33.
- Keen, A.M. (1971). **Sea Shells of Tropical West America**. 2nd. ed. Stanford Univ. Press., CA, XIV + 1064 pp.
- Krebs, C.J. (1985). **Ecología. Estudio de la distribución y abundancia**. 2a. ed., Harla, México, 753 pp.
- Ludwig, J.A. and Reynolds, J.F. (1988). **Statistical Ecology**. John Wiley & Sons, USA, 337 pp.
- Medina, M. (1957). Expedición científica de las islas Revillagigedo. **Ins. Tec. Univ. Guadalajara**, México. 241 pp.
- Omori, M. and Ikeda, T. (1984). **Methods in Marine Zooplankton Ecology**. John Wiley & Sons, USA, 332 pp.
- Ortega, A., Castellanos, A., Arnaud, G., Maya, Y., Rodríguez, R., Llinas, J., Alvarez, S., Galina, P., Troya, E., Salinas, F., Díaz, S., Servín, R., Romero, H., Rodríguez, A. y Corina, R. (1992). Recursos naturales de la isla Socorro, Revillagigedo, México. **Ciencia**, 43(2): 175-184.
- Rathbun, M.J. (1918). The grapsoid crabs of America. **Smithsonian Institution United States National Museum. Bull.**, 97: XXII+461.
- Rathbun, M. J. (1925). Oxystomatous and allied crabs of America. **Smithsonian Institution U.S. National Museum. Bull.**, 166: XX+585.
- Rioja, E. (1960). E.A. 23 Contribución al conocimiento de los anélidos poliquetos de las islas Revillagigedo. **An. Inst. Biol., UNAM**, 30: 247-266.
- Rodríguez, P.C.A., Mitchell L.M., Sandoval, G., Gómez, P. y Green, G. (1988). Los moluscos de las bahías de Huatulco y Puerto Angel, Oaxaca. Distribución, diversidad y abundancia. **Universidad y Ciencia**, 5 (9): 85-94.
- Siung, M.A. (1980). Studies on the biology of *Isognomon alatus* Gmelin (Bivalvia: Isognomonidae) with notes on its potential as a commercial species. **Bull. Mar. Sci.**, 30(1): 90-101.
- Strong, M.A. and Hanna, H.G. (1930). Marine Mollusca of the Revillagigedo Island, Mexico. **Proc. Cal. Acad. Sci. Ser. 4**, 19(2): 7-12.
- Vázquez, L.G. (1960). Observaciones sobre los artrópodos. En: **La isla Socorro. Archipiélago de las Revillagigedo**. Monografías del Instituto de Geofísica, UNAM, 2:219-234.
- Villalobos, A.F. (1960). Notas acerca del aspecto hidrobiológico de la parte sur de la isla. En: **La isla Socorro. Archipiélago de las Revillagigedo**. Monografías del Instituto de Geofísica, UNAM, 2: 155-180.