

Abundancia y diversidad de los invertebrados litorales de isla Socorro, Archipiélago Revillagigedo, México

Silvia Mille-Pagaza, J. Carrillo-Laguna, A. Pérez-Chi y M.E. Sánchez-Salazar

Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. I.P.N. México, D.F., C.P. 11340 México, D. F. Fax (52) 5396 35 03; jcarrill@bios.enb.ipn.mx

Recibido 17-VII-2000. Corregido 15-VI-2001. Aceptado 30-VII-2001.

Abstract: Composition, abundance, diversity and distribution of the littoral benthic invertebrates of Socorro Island with transects (parallel to the coast and with 1 m² quadrats) were analyzed. During the spring of 1991 and 1992 samples were taken from the upper and middle levels of the intertidal zone in Vargas Lozano, Braithwaite, Blanca SW, Blanca NE, Binnens, Grayson, Academia and Norte bays. The 161 species found belong to Porifera, Cnidaria, Platyhelmintha, Nemertina, Sipunculida, Annelida, Mollusca, Arthropoda and Echinodermata. Crustaceans and mollusks were the richest groups in both years, as in other rocky shores. Highest total density was found in Blanca NE bay in both samplings, with 281 orgs./m² in the first and 172 orgs./m² in the second. Most frequently found species were *Isognomon janus* (Mollusca, Pelecypoda), *Littorina pullata* (Mollusca, Gastropoda), *Hipponix panamensis* (Mollusca, Gastropoda), *Pachygrapsus transversus* (Crustacea, Grapsoidea) and *Turbo funiculosus* (Mollusca, Gastropoda). Because of the complexity of the habitat structure, Vargas Lozano was the bay with the highest specific richness (83 species), greatest diversity (4.7 bits/individual) and lowest dominance (0.065). Most species were classified as accidentals with the Dajoz's frequency classification, while the dominant species were accessories and only *I. janus*, in the spring 1991, was a constant species. Two kinds of bays were distinguished: those with some dominant species (density) and those in which there was no evident dominance by a particular species. Consequently, the diversity and evenness values were set apart: homogeneous communities (Vargas Lozano and Binnens) and heterogeneous communities (Grayson bay and others), characterized by intermediate evenness values. The Jaccard similarity index identified two regions: one formed by bays found mainly in the southwest part of the island (Binnens, Vargas Lozano, Braithwaite, Grayson and Blanca SW) and the other found in the northern region that included Blanca NE, Academia and Norte; however, Blanca NE had the most diverse species composition because of its physiographic particularities and because the sediment retained by the filamentous algae on the flat stones allow many species to settle down. *Isognomon janus*, *Mitrella baccata* (Mollusca, Gastropoda), *P. transversus* and *Xanthodius cooksoni* (Crustacea, Xanthoidea) were the most common species in all bays in both expeditions. The dominance-diversity relationship, the high specific richness and the low dominance of coastal invertebrates from the different bays, are indicative that the communities in Socorro Island are little disturbed; their specific richness are similar to those of coral reefs.

Key words: Community structure, littoral invertebrates, Socorro Island, Mexico, similarity, diversity.

En el Archipiélago Revillagigedo (Colima, México), la isla Socorro es la de mayores dimensiones. Desde mediados del siglo XX, investigadores mexicanos mostraron cierto interés en el estudio de su biota marina en los campos hidrogeológico, meteorológico, edafológico y bacteriológico (Adem *et al.* 1960). Sin embargo, falta por explorar con mayor detalle las regiones norteña y del este.

El Archipiélago Revillagigedo es una región única en el mundo por sus endemismos (Strong y Hanna 1930, Caso 1962, Keen 1971, Chan 1974, Ortega-Rubio *et al.* 1992). Sobre crustáceos y moluscos describen algunas especies litorales o incluyen listados de algunas bahías: Rathbun (1918, 1930), Strong y Hanna (1930), Garth (1958, 1960), Rioja (1960), Caso (1962), Keen (1971), Chan (1974), Garth

(1992), Ortega-Rubio *et al.* (1992), Mille-Pagaza y Pérez-Chi (1994) y Ortega-Rubio y Castellanos-Vera (1994). Los trabajos publicados a finales del siglo pasado tienen una inclinación ecológica, pero hace falta un análisis básico de la estructura de la comunidad bentónica litoral. En el presente trabajo se analiza la estructura de la biota bentónica litoral en función de la composición, abundancia, diversidad y distribución de especies de invertebrados en diversos puntos de la isla Socorro.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en la isla Socorro (Fig. 1) a 700 km del Puerto de Manzanillo, Colima, (18°48' N; 110°59' W). Es una elevación volcánica de 1050 msnm cuya cima constituye el cono del volcán Evermann. De acuerdo con sus características fisiográficas se pueden distinguir dos grandes grupos de bahías. El primero lo constituyen aquellas con una mayor área expuesta al océano, con poca profundidad respecto a la boca de la bahía, sometidas a un oleaje intenso, algunas con zona supralitoral amplia y con numerosas pozas de marea en el mesolitoral (Braithwaite y Bin-

ners) y otras con una zona supralitoral angosta y también algunas pozas de marea en el mesolitoral como la Blanca Suroeste (Blanca SW), Academia y playa Norte. El segundo grupo incluye las bahías con boca más reducida, muy profundas con respecto a la línea de costa, oleaje menos intenso y con una zona supralitoral angosta en la que no se presentan pozas de marea o éstas son sumamente pequeñas; tal es el caso de Vargas Lozano, Grayson y Blanca Noreste (Blanca NE).

En general, todas estas bahías presentan un sustrato formado por grandes macizos rocosos sobre lechos lávicos en la zona supralitoral. Hacia la zona mesolitoral, se encuentran rocas sobrepuestas y bajo ellas un lecho de grava. En el centro de todas las bahías se localizan pequeños domos de colonias de los corales *Pocillopora* y *Porites*; particularmente en la bahía Blanca NE se encuentra un arrecife coralino muy desarrollado. Las bahías Grayson y playa Norte muestran en su porción central, además de los macizos rocosos, una zona amplia de cantos rodados movidos constantemente por el oleaje, lo que reduce el sustrato fijo disponible para los invertebrados sésiles. El resto del litoral de la isla está formado por grandes acantilados de difícil acceso.

Los muestreos se efectuaron durante la primavera, mediante transectos de 20 m de longitud y un número variable de cuadrantes de 1 m² de superficie, según la longitud de cada bahía (Mille-Pagaza *et al.* 1994). Los transectos cubrieron las zonas supralitoral, mesolitoral superior y mesolitoral media. Se efectuaron dos campañas, la primera en mayo de 1991 en seis bahías (Vargas Lozano, Braithwaite, Binners, Blanca NE, Blanca SW y Grayson), y la segunda en marzo de 1992 cuando se incluyeron, además, las bahías Academia y Norte. En cada cuadrante se recolectaron los especímenes pertenecientes a la macrofauna y se determinó su abundancia. Para cada bahía se obtuvo el elenco de especies y para cada especie su densidad media (organismos/m²) y el hábitat donde se encontró.

La riqueza específica fue calculada siguiendo los criterios usados por Krebs (1994),

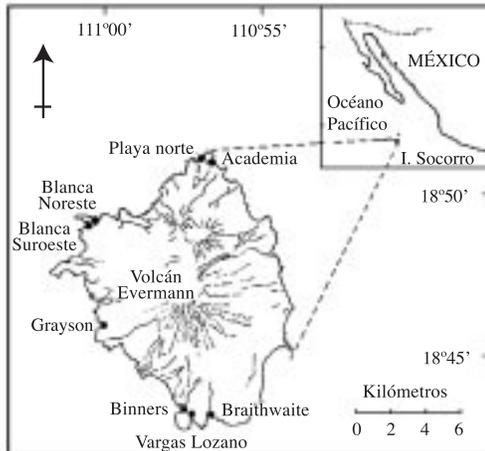


Fig. 1. Isla Socorro, Revillagigedo, México. Ubicación de las bahías estudiadas.

Fig. 1. Sampling bays in Socorro Island, Revillagigedo, Mexico.

Krohne (1998) y Stiling (1999); se elaboraron los gráficos de frecuencia-abundancia relativa y de la distribución de la abundancia de las especies o curva de dominancia-diversidad (Colinvaux 1973, Odum 1985, Krebs 1994, Smith 1996). Con el fin de facilitar el análisis se establecieron tres niveles de abundancia relativa para catalogar a las especies: el primero con abundancia superior al 10%, el segundo con valores entre 1.2 y 9.9% y el tercero con abundancia menor a 1.2%. Se clasificaron las especies de acuerdo con el criterio de constancia de Dajoz (1996). Conforme a lo señalado por Krebs (1994) se calcularon la diversidad (bits/individuo) mediante el índice de Shannon-Wiener y la equitatividad. Se determinó la dominancia por el índice de Simpson (véase Sanders 1968, Birch 1981), se empleó el método de rarefacción como una forma de comparar la diversidad entre bahías con distintos tamaños de muestra (Sanders 1968, Fager 1972, Odum 1985, Stiling 1999) y se calculó la similitud entre bahías utilizando el índice de Jaccard y el dendrograma por el método de ligamiento UPGMA (Krebs 1998).

RESULTADOS

En la comunidad macrobentónica litoral de la isla se encontraron 161 especies de invertebrados. De éstas, 109 se registraron en la primera recolecta y 144 en la segunda. La bahía con más alta riqueza específica fue Vargas Lozano con 79 especies en la primera campaña y 83 en la segunda, pertenecientes a nueve filos: Porifera, Cnidaria, Platyhelmintha, Nemertina, Sipunculida, Annelida, Mollusca, Arthropoda y Echinodermata (Cuadro 1). En la segunda campaña, en la bahía Blanca NE también se reconoció un número elevado de especies (71) pertenecientes a los mismos filos. En ambas campañas los grupos con mayor riqueza de especies fueron los moluscos y los artrópodos crustáceos, como usualmente ocurre por el tipo de sustrato que se encuentra en una costa rocosa (Ricketts *et al.* 1985).

La bahía con la densidad total más alta fue la Blanca NE en las dos campañas, con

281 org./m² en la primera y 172 org./m² en la segunda; la más baja densidad se registró en la primera recolecta en la bahía Vargas Lozano (68 org./m²) y en la segunda en Braithwaite (60 org./m²). En el primer nivel de abundancia, quedaron *Isognomon janus* (11.3% en 1991 y 17.7% en 1992) y *Littorina pullata* (25.4 y 11.7%, respectivamente). En el segundo nivel se enlistaron 13 especies en cada muestreo, algunas fueron las mismas para las dos campañas. El resto de las especies, la mayoría, se registró con abundancia inferior al 1.2%.

Las especies más frecuentes en las dos campañas fueron *I. janus*, *L. pullata*, *Hipponix panamensis*, *Pachygrapsus transversus* y *Turbo funiculosus*. Además, en 1991 en este rubro se incluye a la anémona sp. 2, a *Echinometra* sp., *Hipponix* sp. y los verméticos; mientras que en 1992 fueron la anémona sp. 1, *Petalonchus complicatus*, *Calcinus explorator*, *Mitrella baccata*, *Scurria mesoleuca* y *Echinometra oblonga*.

La clasificación de frecuencias de Dajoz (1996) indica que la mayoría de las especies se encuentra en menos del 25% de las muestras. En el primer muestreo siete especies se registraron entre el 25 y 50% de los cuadrantes, mientras que en el segundo fueron 12 las especies pertenecientes a este intervalo. Sólo *I. janus* apareció en más del 50% de los cuadrantes en el muestreo de 1991.

En las gráficas de frecuencia y abundancia relativas (Fig. 2A, B), se advierte que la distribución de los individuos entre las especies refleja un patrón ya observado anteriormente (véase Birch 1981, Gray 1981, Odum 1985), en el que la mayoría de las especies se registra con valores bajos de abundancia y frecuencia y solamente algunas con valores altos. El logaritmo de las abundancias relativas por especie (Fig. 3A, B) muestra una tendencia rectilínea con pendiente negativa que se aproxima al patrón log-normal de la relación dominancia-diversidad (Odum 1985, Smith 1996).

Los valores de diversidad (Cuadro 1) comparados entre bahías y temporadas fueron altos para los dos muestreos, con excepción de Grayson, Academia y Norte que mostraron me-

CUADRO 1

Riqueza específica por táxones, densidad total (org./m²) y parámetros básicos de la comunidad de invertebrados litorales de las bahías de la isla Socorro, durante las primaveras de 1991 y 1992

TABLE 1

Specific richness per taxa, total density (org./m²) and basic parameters of the littoral invertebrates community of the bays of Socorro Island during the springs of 1991 and 1992

Mayo 1991

Táxones	Vargas Lozano	Braithwaite	Blanca SW	Blanca NE	Binnars	Grayson
Porifera	8	2	4	6	4	5
Cnidaria	3	2	4	2	2	2
Platyhelmintha	1	3	2	2	1	0
Nemertina	1	0	0	0	0	0
Annelida	9	3	6	7	0	3
Mollusca	31	15	20	7	10	11
Arthropoda	17	8	8	15	11	7
Echinodermata	9	3	2	4	4	0
Sipunculida	0	0	1	1	0	1
Parámetros						
Densidad total	68	122	112	281	70	113
Riqueza específica	79	36	47	44	32	29
Diversidad	4.7	3.2	3.91	3.48	4.27	3.05
Equidad (J)	0.72	0.61	0.7	0.64	0.85	0.62
D. Simpson	0.065	0.179	0.107	0.171	0.068	0.199

Marzo 1992

Táxones	Vargas Lozano	Braithwaite	Blanca SW	Blanca NE	Binnars	Grayson	Academia	Norte
Porifera	9	1	2	8	2	3	1	2
Cnidaria	5	3	4	4	2	3	3	2
Platyhelmintha	3	2	2	2	0	0	2	0
Nemertina	0	1	1	1	0	0	0	0
Annelida	4	4	10	9	3	5	5	0
Mollusca	33	17	13	19	19	20	14	10
Arthropoda	17	10	11	22	14	14	9	9
Echinodermata	11	3	4	5	4	2	3	1
Sipunculida	1	1	0	1	0	1	1	0
Parámetros								
Densidad total	90.5	60	146	172	136	202	147	123
Riqueza específica	83	42	47	71	44	48	38	24
Diversidad	4.72	3.45	3.47	4.69	3.81	2.06	2.95	2.6
Equidad (J)	0.7	0.6	0.6	0.8	0.7	0.4	0.6	0.6
D. Simpson	0.06	0.17	0.14	0.07	0.14	0.53	0.24	0.26

Riqueza específica (número de especies).

Diversidad (bits/ind.).

D. Simpson = Dominancia de Simpson.

nos de 3 bits por individuo en el segundo muestreo. Los más altos se encontraron en Vargas Lozano en las dos campañas (4.7 bits/indiv.), en la Blanca NE (4.69) en la segunda campaña y en Binnars (4.27) en la primera. Por el contrario, los valores del índice de Simpson (Cuadro 1),

en general, fueron bajos para las dos campañas, con intervalo de 0.065 a 0.107 en la primera y de 0.06 a 0.53 en la segunda.

Con el método de rarefacción se confirma que para ambos muestreos la bahía Vargas Lozano presenta la mayor riqueza de especies. En

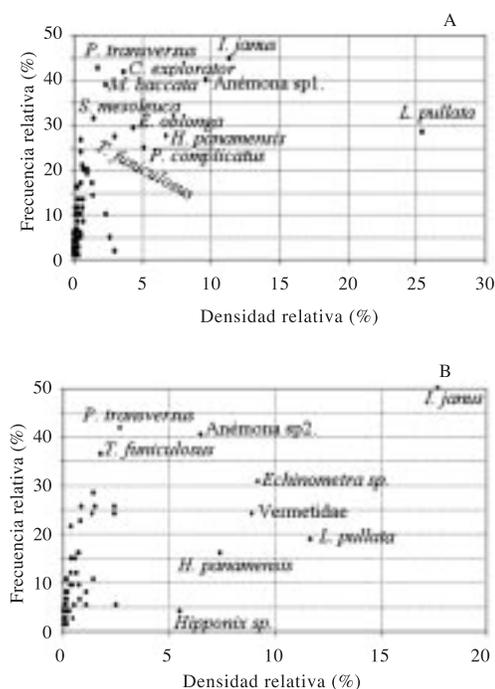


Fig. 2. Relación entre las frecuencias y abundancias relativas de las especies de invertebrados. A) Primavera 1991, B) Primavera 1992.

Fig. 2. Relative frequency and abundance relationship of invertebrate species. A) Spring 1991, B) Spring 1992.

la primera campaña le siguen con menor número de especies la Blanca SW y la Blanca NE; los valores más bajos se observan en Binners, Grayson y Braithwaite cuyas curvas son las más cortas (Fig. 4A). En el caso de la campaña de 1992 (Fig. 4B) la bahía Vargas Lozano es seguida por la Blanca NE, posteriormente las bahías Binners, Blanca SW, Grayson y Braithwaite que presentaron valores muy similares. Finalmente la bahía Academia y la Norte mostraron la riqueza de especies más baja.

Con los valores del índice de similitud de Jaccard representados en los dendrogramas (Fig. 5A, B), en el primer muestreo se forman dos grupos a un nivel de 0.35. El primer grupo lo componen las bahías Binners y Braithwaite al que se une la Grayson; en el segundo, se agrupan la Blanca SW y Vargas Lozano y a estas se une la Blanca NE. Para 1992 se obtiene algo similar ya que se forman tres grupos a un

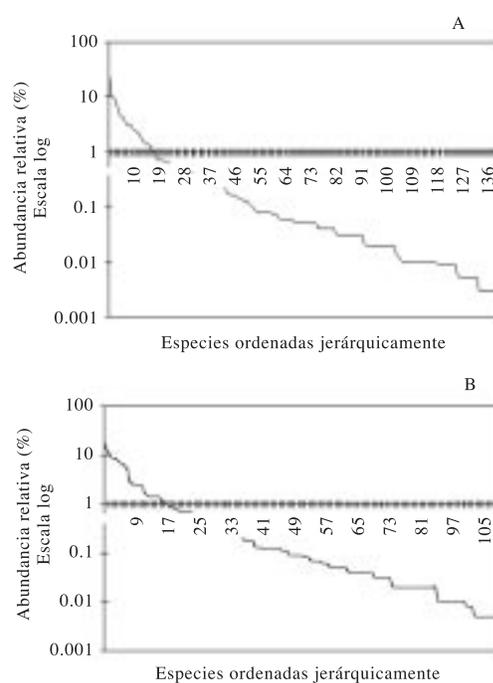


Fig. 3. Distribución log-normal de las abundancias relativas de las especies. A) Primavera 1991, B) Primavera 1992.

Fig. 3. Log-normal distribution of relative species abundance. A) Spring 1991, B) Spring 1992.

nivel de 0.38, uno integrado por Binners, Braithwaite, Grayson, Vargas Lozano y Blanca SW y otro formado por las bahías Academia y Norte unidas en un valor de 42%. Por último, la bahía Blanca NE queda separada del resto a un nivel de 0.28.

DISCUSIÓN

El incremento de la riqueza específica en la segunda campaña puede ser atribuible a la mayor magnitud de la bajamar en marzo de 1992, que dio oportunidad de realizar un muestreo más amplio. La alta riqueza específica obtenida en los dos muestreos en la bahía Vargas Lozano puede ser explicado por la diversidad de hábitats, factor determinante en el incremento del número de especies en una comunidad (Mac Arthur y Wilson 1967, Abele 1974,

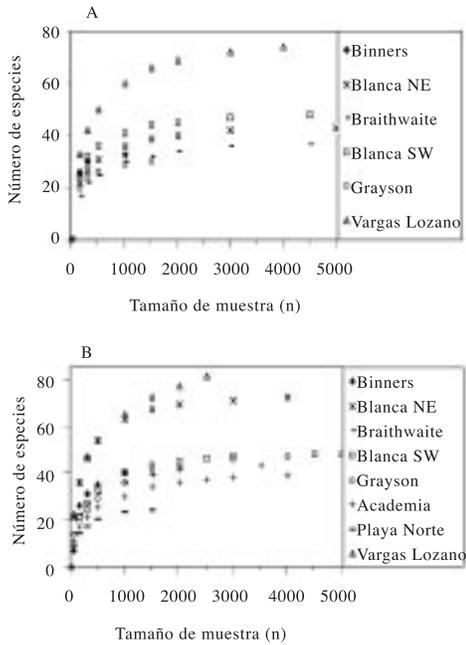


Fig. 4. Número de especies estimado por el método de rarefacción para todas las bahías estudiadas. A) Primavera 1991, B) Primavera 1992.

Fig. 4. Species number estimated by the rarefaction method for all the bays. A) Spring 1991, B) Spring 1992.

Gladfelter *et al.* 1980, Stiling 1999). En esta bahía se observan rocas de grandes dimensiones, intersticios entre ellas, pequeñas pozas de marea y áreas someras con rocas planas imbricadas sobre sustrato de grava que proporcionan hábitats adecuados para el establecimiento de las especies (Little y Kitching 1996, Raffaelli y Hawkins 1996). Las especies mejor representadas fueron *L. pullata* en la zona supralitoral, *P. transversus* sobre las rocas en el mesolitoral superior, las especies de anémonas entre los intersticios, *H. panamensis* y los verméticos sobre el fondo y las paredes de las pozas de marea, *I. janus* adherida bajo las rocas, al igual que las anémonas, y bajo las rocas de medianas dimensiones en contacto con la grava, *M. baccata* y *C. explorator*. Los erizos fueron encontrados en mayor proporción entre los intersticios de las rocas en el nivel mesolitoral medio y bajo y en las pozas de marea, un hábitat típico para ellos (Foster 1992).

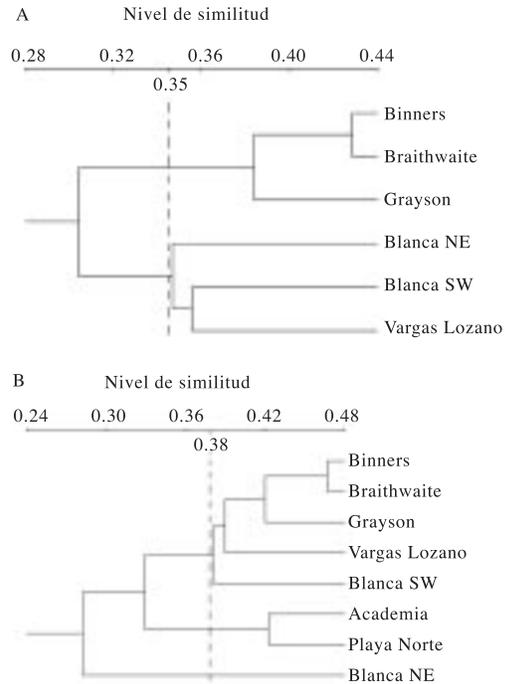


Fig. 5. Análisis de agrupamiento por promedios no ponderados del índice de similitud de Jaccard entre bahías. La línea de guiones indica el nivel de similitud empleado para separar los grupos. A) Primavera 1991, B) Primavera 1992.

Fig. 5. Cluster analysis between bays obtained with Jaccard's similarity index and UPGMA's grouping method. An arbitrary similarity level break is indicated by the dashed line to define groups. A) Spring 1991, B) Spring 1992.

En contraste, la alta riqueza de la bahía Blanca NE se atribuye a su característica de localidad menos expuesta. En uno de sus extremos se localiza una zona de sustrato formado por rocas planas sobrepuestas al nivel del piso cubiertas por algas filamentosas que retienen gran cantidad de sedimento entre el cual se encontró un ensamblaje de especies (Foster 1992) característico de este microhábitat. Dicho ensamblaje estuvo conformado por varias especies de cangrejos májidos, anélidos, camarones alféidos y estomatópodos, la mayoría de los cuales quedaron catalogados como especies accidentales de acuerdo con el criterio de Dajoz (1996), pero que tienen gran peso en el

incremento de la diversidad registrada. El resto de la bahía presenta rocas volcánicas sobrepuestas y casi lisas, debajo de las cuales se encuentra grava; éste tipo de sustrato se asocia con una menor riqueza específica (Abele 1974).

En otras bahías como la Grayson o la Norte, donde su gran amplitud y el sustrato formado por cantos rodados en constante movimiento impide el asentamiento de los invertebrados, el número de especies registrado fue bajo. Las bahías con mayor área expuesta al océano, como Bidders, Braithwaite y Blanca SW, muestran una mezcla de sustratos formada principalmente por rocas de tamaño regular sobrepuestas en grava y grandes pozas de marea con crecimiento de algas, las cuales proveen tanto una zona protegida como una mayor cantidad de alimento para los distintos invertebrados (Abele 1974). Estas características se asocian con una riqueza media (entre 35 y 50 especies) en las dos campañas y un claro predominio de dos a cinco especies.

Los resultados obtenidos por el método de rarefacción (Fig. 4A, B) confirman lo antes expuesto, en aquellas bahías donde hay una mayor variedad de hábitats con ensamblajes ricos en especies (Sanders 1968, James y Rathbun 1981) y alta diversidad, como Vargas Lozano y Blanca NE, la asíntota de la curva representa un máximo de especies. En las bahías con menor variedad de hábitats, la asíntota de la curva representa un menor número de especies, como sucede en los ensamblajes con pocas especies euritópicas sometidos a una fuerte presión ambiental, señalados por Sanders (1968), y que son característicos de muchas costas rocosas en el mundo (Levinton 1995). Las curvas cortas pueden indicar una posible deficiencia en el muestreo o una comunidad pobre en especies (James y Rathbun 1981).

Los valores del índice de Simpson menores a 0.50 para cada bahía son indicativos de que la dominancia es muy baja. Al compararlos con los valores de riqueza específica se observa la relación inversa, señalada por Sanders (1968) y Birch (1981), en las bahías Vargas Lozano y Blanca NE durante la segunda campaña: donde la riqueza fue elevada y los valo-

res de dominancia fueron los más bajos (inferiores incluso a 0.1).

En el caso de la bahía Grayson, se registraron de una a dos especies con valores de abundancia marcadamente diferentes a las del resto de las bahías: *H. panamensis* con 24 org./m² y los verméticos con 40 org./m² en la primera campaña y *L. pullata* con 146 org./m² en la segunda. El resto de las especies mostraron valores inferiores a 10 org./m², insinuando una dominancia media. Sin embargo, la observación de Birch (1981) sobre un incremento en la dominancia al aumentar la riqueza de especies, no concuerda con lo observado en las comunidades litorales de las bahías de la isla Socorro, que se apega más a lo señalado por Mac Arthur y Wilson (1967) sobre la dominancia numérica de unas cuantas especies en comunidades ricas en especies. Es posible que las comunidades de esta isla conserven una alta riqueza debido a que se encuentran sometidas a fenómenos de disturbio (Smith 1996) como los ciclones que azotan regularmente la zona.

En la costa de las bahías estudiadas no se define completamente el esquema de zonación propuesto por Stephenson y Stephenson (1972) para las costas rocosas del mundo. Únicamente se delimita con claridad la zona supralitoral donde domina *L. pullata*. *Isognomon janus* sustituye, quizá, a los mitílidos registrados en muchas otras costas rocosas (Stephenson y Stephenson 1972, Levinton 1995, Raffaelli y Hawkins 1996). En la siguiente franja tampoco se observan abundantes poblaciones de cirripedios, sino una mezcla de especies de moluscos y crustáceos braquiuros, posiblemente por el tipo de sustrato volcánico y la variabilidad física del hábitat o por que se trata de costas extremadamente expuestas a la fuerza del oleaje que dificultan la zonación típica señalada también por Raffaelli y Hawkins (1996).

En la mayoría de las bahías aparecieron *L. pullata*, *I. janus*, *H. panamensis* y las anémonas sp. 1 y sp. 6 dominando claramente por su densidad, mientras que en Vargas Lozano, donde casi todas las especies presentaron valores de abundancia bajos, no se encontraron especies claramente dominantes.

De acuerdo con Stiling (1999) los valores de diversidad para este tipo de comunidades se encuentran frecuentemente entre 1.5 y 3.5. Sin embargo, salvo las excepciones ya señaladas, los valores obtenidos se consideran altos (entre 3.2 y 4.7) y al compararlos con otras comunidades particulares como es la fauna de cangrejos decápodos (Abele 1974) de diversas localidades o la de moluscos de las bahías de Huatulco y Puerto Angel, Oaxaca (Rodríguez-Palacios *et al.* 1988) se observan los mismos niveles. Odum (1985) señala que estos altos índices de diversidad son indicativos de comunidades poco perturbadas. Por otra parte, los valores de diversidad y equidad nos permiten separar a las comunidades de las bahías en tres tipos: aquellas que son homogéneas como Vargas Lozano y Binners; Grayson como una comunidad heterogénea (Krebs 1994, Krohne 1998) y el resto que se ubicó con valores intermedios de equidad.

Asimismo, las curvas de dominancia-diversidad obtenidas, se ajustan a comunidades ricas en especies (Smith 1996) y muy homogéneas (Krohne 1998), indicativas de condiciones ambientales poco alteradas (Odum 1985). Esto se confirma con los resultados de la clasificación de frecuencias de Dajoz (1996), ya que la mayoría de las especies quedaron catalogadas como accidentales, las que aparecieron en el segundo intervalo de abundancia se clasificaron como accesorias y solamente en la primera campaña quedó *I. janus* como especie constante.

La baja similitud encontrada entre las bahías se puede explicar por la gran cantidad de especies accidentales que conformaron sus comunidades; sin embargo, en ambas temporadas quedaron unidas aquellas bahías que se localizan al suroeste de la isla, las cuales se separan de las más norteñas. La comunidad de la bahía Blanca NE tiende a ser la más disímil en las dos temporadas debido, posiblemente, a las características tan particulares de su fisiografía.

Por último, del conjunto de especies encontradas en la isla en las dos campañas, destacan cuatro que fueron comunes en todas las bahías estudiadas, a saber: *I. janus*, *M. bacca-ta*, *P. transversus* y *X. cooksoni*, aún cuando las

tres últimas se encontraron con valores muy bajos de abundancia.

RESUMEN

Se analiza la estructura de la biota macrobentónica litoral de isla Socorro, Archipiélago Revillagigedo, Colima, México en función de la composición, abundancia, diversidad y distribución de las especies de invertebrados en diversos puntos. Durante la primavera de 1991 y de 1992 se efectuaron muestreos en las zonas supra y mesolitoral de ocho bahías, encontrando 161 especies de invertebrados. La densidad más alta (281 org./m²) se registró en la bahía Blanca NE y la mayor diversidad (4.7 bits/individuo) en la bahía Vargas Lozano. La mayoría de las especies se clasificaron como accidentales de acuerdo con la clasificación de frecuencias de Dajoz, las dominantes como accesorias y solamente *I. janus*, como constante en 1992. La diversidad y la equidad indican que las comunidades más homogéneas son las de las bahías Vargas Lozano y Binners y la más heterogénea la de Grayson. La similitud separa dos grupos de bahías. Uno lo forman las ubicadas al suroeste de la isla y el otro grupo lo conforman las que se encuentran al noroeste de la misma.

REFERENCIAS

- Abele, L.G. 1974. Species diversity of decapod crustaceans in marine habitats. *Ecology* 55: 156-161.
- Adem, J., E. Cobo, L. Blásquez, F. Miranda, A. Villalobos, T. Herrera, B. Villa & L. Vázquez. 1960. La isla Socorro, archipiélago de las Revillagigedo. Monografía del Instituto de Geofísica/2, Universidad Nacional Autónoma de México, Publicaciones Instituto de Geografía, México, D.F. 234 p.
- Birch, D.W. 1981. Dominance in marine ecosystems. *Amer. Natur.* 118: 262-273.
- Caso, M.E. 1962. Estudio sobre equinodermos de México. Contribución al conocimiento de los equinodermos de las islas Revillagigedo. *An. Inst. Biol. Univ. Nac. Autón. México.* 33: 293-330.
- Colinvaux, P.A. 1973. *Introduction to ecology.* Wiley, Nueva York. 621 p.
- Chan, G.L. 1974. Report of biological observations of the Revillagigedo Expedition. NAUI Bio-Marine Exploration Seminar, College of Main, Kentfield, California. 41 p.
- Dajoz, R. 1996. *Précis d'écologie.* Dunod, Paris. 290 p.
- Fager, E.W. 1972. Diversity: A sampling study. *Amer. Natur.* 106: 74-78.

- Foster, M.S. 1992. How important is grazing to seaweed evolution and assemblage structure in the north-east Pacific?, p. 62-85. *In* D.M. John, S.J. Hawkins & J.H. Price (eds.). Plant-animal interactions in the Marine Benthos. The Systematics Association, Clarendon, Oxford.
- Garth, J.S. 1958. Brachyura of the Pacific coast of America. *Oxyrhincha*. Allan Hancock Pac. Exp. 21: 1-854.
- Garth, J.S. 1960. Distribution and affinities of the brachyuran Crustacea. *Syst. Zool.* 9: 105-123.
- Garth, J.S. 1992. Brachyuran crabs of Revillagigedo Islands, Colima, Mexico, with remarks on insular endemism in the eastern tropical Pacific. *Proc. S. Diego Soc. Natur. Hist.* 24: 1-6.
- Gladfelter, W.B., J. C. Ogden & E.H. Gladfelter. 1980. Similarity and diversity among coral reef fish communities: A comparison between tropical western Atlantic (Virgin Islands) and tropical central Pacific (Marshall Islands) patch reefs. *Ecology* 61: 1156-1168.
- Gray, J.S. 1981. The ecology of marine sediments. An introduction to the structure and function of benthic communities. Cambridge University, Londres. 185 p.
- James, F.C. & S. Rathbun. 1981. Rarefaction, relative abundance and diversity of avian communities. *Quart. J. Ornithol.* 98: 785-800.
- Keen, A.M. 1971. Sea shells of tropical west America. Stanford, California. 1064 p.
- Krebs, J.C. 1994. Ecology. The experimental analysis of distribution and abundance. Addison-Wesley, Nueva York. 900 p.
- Krebs, J.C. 1998. Ecological methodology. Addison-Wesley, Nueva York. 620 p.
- Krohne, D.T. 1998. General ecology. Wadsworth, Nueva York. 722 p.
- Levinton, J.S. 1995. Marine biology. Function, biodiversity, ecology. Oxford University, Nueva York. 420 p.
- Little, C. & J.A. Kitching. 1996. The biology of rocky shores. Oxford University, Nueva York. 240 p.
- Mac Arthur, R.H. & E.O. Wilson. 1967. The theory of island biogeography. Princeton, Nueva Jersey. 203 p.
- Mille-Pagaza, S., A. Pérez-Chi & O. Holguin-Quiñones. 1994. Fauna malacológica bentónica del litoral de Isla Socorro, Revillagigedo, México. *Cien. Mar.* 20: 467-486.
- Odum, E.P. 1985. Fundamentos de ecología. Interamericana, México, D.F. 422 p.
- Ortega-Rubio A., A. Castellanos, G. Arnaud, Y. Maya, R. Rodríguez, J. Llinas, S. Alvarez, P. Galina, E. Troya, F. Salinas, S. Díaz, R. Servín, H. Romero, A. Rodriguez & R. Corina. 1992. Recursos naturales de la Isla Socorro, Revillagigedo, México. *Ciencia* 43:175-184.
- Ortega-Rubio, A. & A. Castellanos-Vera. 1994. La Isla Socorro, reserva de la biosfera Archipiélago de Revillagigedo, México. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S.C. México, N° 8. 58 p.
- Raffaelli, D. & S. Hawkins. 1996. Intertidal ecology. Chapman & Hall, Londres. 356 p.
- Rathbun, M. 1918. The grapsoid crabs of America. Smithsonian Institution. *Proc. U.S. Nat. Mus.* 461 p.
- Rathbun, M. 1930. The Cancroid crabs of America. Smithsonian Institution. *Proc. U.S. Nat. Mus.* 602 p.
- Rioja, E. 1960. E.A. 23. Contribución al conocimiento de los anélidos poliquetos de las islas Revillagigedo. *An. Inst. Biol. UNAM* 30: 247-266.
- Ricketts, E.F, J. Calvin & J.W. Hedgpeth. 1985. Between Pacific tides. Stanford, California. 614 p.
- Rodríguez-Palacios, C.A., L.M. Mitchell Arana, G. Sandoval Díaz, P. Gómez & G. Green. 1988. Los moluscos de las bahías de Huatulco y puerto Angel, Oaxaca. Distribución, diversidad y abundancia. *Univ. Cien.* 5: 85-94.
- Sanders, H.L. 1968. Marine benthic diversity: A comparative study. *Amer. Natur.* 102: 493-532.
- Smith, R.L. 1996. Ecology and field biology. Harper-College, Nueva York. 864 p.
- Stephenson, T.A. & A. Stephenson. 1972. Life between tidemarks on rocky shores. W.H. Freeman, San Francisco, California. 425 p.
- Stiling, P. 1999. Ecology. Theories and applications. Prentice Hall, Nueva Jersey. 638 p.
- Strong, M.A. & H.G. Hanna, 1930. Marine Mollusca of the Revillagigedo Island, Mexico. *Proc. Cal. Acad. Sci.* 19: 7-12.