



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

**CENTRO INTERDISCIPLINARIO
DE
CIENCIAS MARINAS**



**VARIACIÓN ESPACIO TEMPORAL DE ALGUNOS
MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS DEL
ARCHIPIÉLAGO ESPÍRITU SANTO, B. C. S., MÉXICO**

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS
CON ESPECIALIDAD EN
MANEJO DE RECURSOS MARINOS

PRESENTA

FELIPE DE JESÚS GONZÁLEZ MEDINA

LA PAZ B. C. S. MÉXICO

ENERO DE 2004



INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL
COORDINACION GENERAL DE POSGRADO E INVESTIGACION
ACTA DE REVISION DE TESIS

En la Ciudad de La Paz, B.C.S., siendo las 10:00 horas del día 14 del mes de Enero del 2004 se reunieron los miembros de la Comisión Revisora de Tesis designada por el Colegio de Profesores de Estudios de Posgrado e Investigación de CICIMAR para examinar la tesis de grado titulada:

"VARIACIÓN ESPACIO TEMPORAL DE ALGUNOS MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS DEL ARCHIPIÉLAGO ESPÍRITU SANTO, B.C.S., MÉXICO"

Presentada por el alumno:

GONZÁLEZ
Apellido paterno

MEDINA
materno

FELIPE DE JESÚS
nombre(s)

Con registro:

B	0	1	1	2	9	1
---	---	---	---	---	---	---

Aspirante al grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS CON ESPECIALIDAD EN MANEJO DE RECURSOS MARINOS

Después de intercambiar opiniones los miembros de la Comisión manifestaron **SU APROBACION DE LA TESIS**, en virtud de que satisface los requisitos señalados por las disposiciones reglamentarias vigentes.

LA COMISION REVISORA

Director de tesis
PRIMER VOCAL


DR. OSCAR EFRAÍN HOLGUÍN QUINONES

PRESIDENTE


DR. FEDERICO ANDRÉS GARCÍA DOMÍNGUEZ

SECRETARIO


MC. GUSTAVO DE LA CRUZ AGÜERO

SEGUNDO VOCAL


MC. ESTEBAN FERNANDO FÉLIX PICO

TERCER VOCAL


MC. LUIS MIGUEL FLORES CAMPANA

EL PRESIDENTE DEL COLEGIO


DR. FRANCISCO ARREGUÍN SÁNCHEZ



I. P. N.
CICIMAR
DIRECCIÓN



INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL
COORDINACION GENERAL DE POSGRADO E INVESTIGACION

CARTA CESIÓN DE DERECHOS

En la Ciudad de La Paz, B.C.S., el día 23 del mes de Enero del año 2004, el (la) que suscribe FELIPE DE JESÚS GONZÁLEZ MEDINA alumno(a) del Programa de MAESTRÍA EN CIENCIAS CON ESPECIALIDAD EN MANEJO DE RECURSOS MARINOS con número de registro B011291 adscrito al CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE CIENCIAS MARINAS manifiesta que es autor (a) intelectual del presente trabajo de tesis, bajo la dirección de: DR. OSCAR EFRAÍN HOLGUÍN QUIÑONES y cede los derechos del trabajo titulado: "VARIACIÓN ESPACIO TEMPORAL DE ALGUNOS MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS DEL ARCHIPIÉLAGO ESPÍRITU SANTO, B.C.S., MÉXICO" al Instituto Politécnico Nacional, para su difusión con fines académicos y de investigación.

Los usuarios de la información no deben reproducir el contenido textual, gráficas o datos del trabajo sin el permiso expreso del autor y/o director del trabajo. Este puede ser obtenido escribiendo a la siguiente dirección: glez_medina@yahoo.com

Si el permiso se otorga, el usuario deberá dar el agradecimiento correspondiente y citar la fuente del mismo.

FELIPE DE JESÚS GONZÁLEZ MEDINA

nombre y firma

DEDICATORIA

A mis padres: Lucía y Felipe. Por el amor y amistad que desde siempre me han brindado y demostrarme que con fe y esfuerzo las metas trazadas pueden llegar a ser realidad.

A mis hermanos: Lucía, Cachón, Chilo, Selene y Eren. Por ser mis verdaderos amigos y por todos lo que hemos vivido juntos.

A mis queridos sobrinos: Cone, Víctor, Isidrito, Cithlaly y Ricardín. Por regalarme esos momentos de gracia y alegría.

A mis tíos-abuelos: Angelita y Onésimo. Gracias por todo el cariño que desde la infancia me han demostrado.

A todos mis familiares y amigos: Por darle un sentido positivo a mi vida, siempre los recuerdo con cariño.

AGRADECIMIENTOS

Al Instituto Politécnico Nacional (IPN), en particular al Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas CICIMAR, por el apoyo brindado para realizar la maestría en ciencias.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT), al Programa Institucional de Formación de Investigadores (PIFI) por el soporte económico otorgado.

De forma muy especial mis más sincero agradecimiento y reconocimiento al Dr. Oscar Efraín Holguín Quiñones, por brindarme la oportunidad de realizar este trabajo. Su paciencia, acertada dirección, valiosas enseñanzas y el imprescindible apoyo a lo largo de todo el trabajo, lograron llevar a muy buen fin esta tesis.

Al M.C. Gustavo de la Cruz Agüero a quien le estoy infinitamente agradecido por ayudarme a encontrar el punto de fusión entre la ecología y la estadística, por las cátedras que sin costo alguno me otorgó y por su amable disponibilidad en todo momento.

Al M.C. Luis Miguel Flores Campaña, por iniciarme en el campo de la ecología del bentos, por la asesoría durante la licenciatura y ahora en la maestría. Gracias por tu confianza apoyo y amistad brindados desde el principio de todo esto. Así como a los amigos del LIEB.

A los revisores M.C. Esteban Felix Pico y al Dr. Federico García Domínguez, por aceptar revisar la tesis, sus valiosas aportaciones permitieron mejorar este manuscrito.

A los profesores M.C. Arturo Tripp Quezada y M.C. Esteban Félix Pico, así como a Chuy el capitán y Beltrán el buzo, gracias por su amistad, apoyo en las salidas de campo y por hacer amenos los días de muestreo en la Isla Espíritu Santo.

Al C.P. Humberto Ceseña e Irene Rocín, por su amistad y eficiente atención en los trámites escolares y gestión de becas. A todo el personal de la biblioteca Ruben Lasker especialmente a Tersa Barriga gracias por todo el apoyo recibido.

A mis amigos de la Maestría Leonel Zavaleta, Erika Bistraín, Nicolas Álvarez, Raúl Díaz, Pedro Sierra, Mario Salinas, Sylvian Jaume, Antonio Ocampo, Vanesa Labrada, Paula Angeloni y Carmen Villegas. Gracias a todos por expresarme su amistad en todo momento.

ÍNDICE

	PÁGINA
GLOSARIO	I
LISTA DE TABLAS	IV
LISTA DE FIGURAS	V
RESUMEN	VIII
ABSTRACT	IX
1.0 INTRODUCCIÓN	1
2.0 ANTECEDENTES	4
3.0 JUSTIFICACIÓN	6
4.0 OBJETIVOS	7
4.1 Objetivos generales	7
4.2 Objetivos particulares	7
5.0 ÁREA DE ESTUDIO	8
6.0 MATERIALES Y MÉTODOS	13
6.1 El Sustrato	13
6.2 Variables ambientales	13
6.3 Descripción del muestreo	13
6.3.1 Muestreo prospectivo	13
6.3.2 Muestreo	14
6.3.3 Material biológico	15
6.4 Indicadores estructurales de la comunidad	15
7.0 RESULTADOS	21
7.1 Variables ambientales	21
7.2 Tipos de sustratos	22
7.3 Variedad biológica	24
7.4 Composición porcentual global de la abundancia	25
7.4.1 Abundancia global por localidad	25
7.5 Composición porcentual global de la riqueza de especies	27
7.5.1 Riqueza global por localidad	27
7.6 Análisis exploratorio de la estructura comunitaria de bivalvos, gasterópodos y equinodermos	29
7.6.1 Diversidad	30
7.6.2 Relación temperatura-abundancia-diversidad	32

7.6.3	Equidad	34
7.6.4	Riqueza de especies	36
7.7	Variación espacial global de la comunidad de bivalvos, gasterópodos y equinodermos del archipiélago Espíritu Santo	39
7.7.1	Abundancia media y densidad	39
7.7.2	Dominancia global (IVB)	41
7.7.3	Riqueza global de especies	42
7.7.4	Diversidad y equidad	43
7.7.5	Similitud global	44
7.7.6	Componentes principales	45
7.7.6.1	Análisis de la composición faunística	45
7.7.6.2	Relación factores ambientales e indicadores estructurales	47
8.0	DISCUSIÓN	50
8.1	Estructura de la comunidad bentónica	50
8.2	Censos visuales	50
8.3	Variables ambientales	50
8.3.1	Temperatura	51
8.3.2	Salinidad	52
8.3.3	El sustrato y su función ecológica	52
8.4	Cambios temporales en la estructura comunitaria	54
8.5	Cambios espaciales en la estructura comunitaria	54
8.5.1	Abundancia y densidad	54
8.5.2	Composición de especies	56
8.5.3	Dominancia	58
8.5.4	Diversidad y equidad	60
9.0	CONCLUSIONES	62
10.0	RECOMENDACIONES Y SUGERENCIAS	64
11.0	BIBLIOGRAFÍA	66
12.0	ANEXOS	78

GLOSARIO

Archipiélago: Conjunto, generalmente numeroso, de islas agrupadas en una superficie más o menos extensa, de mar (Ref. 3).

Área natural protegida: Estrategia de preservación de la biodiversidad de una porción terrestre o acuática representativa del ecosistema, en donde el ambiente original no ha sido significativamente alterado por el hombre y que esta sujeta a diversos regímenes de protección, conservación, restauración y aprovechamiento sustentable de sus recursos (Ref. 1).

Batimetría: Estudio de las profundidades oceánicas mediante el trazado de mapas de isobatas, así como de la distribución de animales y vegetales marinos en sus zonas isobáticas (Ref. 3).

Bentónico: Dícese del animal o planta que habitualmente vive en contacto con el fondo del mar, aún cuando pueda separarse del mismo y flotar o nadar en el agua durante algún tiempo (Ref. 3).

Bivalvos: Nombre que reciben todos los moluscos pertenecientes a la Clase Pelecypoda por presentar dos conchas o valvas que se unen en la región dorsal (Ref. 4).

Comunidad: Conjunto de poblaciones de plantas y animales que viven en un área o en un hábitat físico determinado; unidad ecológica de diversos tamaños y grados de integración (Ref. 5).

Diversidad: Propiedad de una comunidad que expresa su grado de complejidad estructural. Esta propiedad se puede medir a través de diferentes índices que ponderan dos elementos básicos, el número de especies y su abundancia (Ref. 5).

Dominancia: Condición en las comunidades en que una o más especies, por virtud de su número, cobertura o tamaño ejerce influencia considerable sobre las demás especies o controla las condiciones de su existencia (Ref. 5).

Especie: Grupos de individuos que se cruzan entre si y su descendencia es fértil y además comparten características genotípicas y fenotípicas (Ref. 5).

Equidad: La forma en que los individuos están distribuidos entre las especies (Ref. 5).

Equinodermos: Pertenecen al Phylum Equinodermata (del griego *echinos*: espinas; *dermatos*: piel, que significa "espinas en la piel"), esta constituido exclusivamente por especies marinas de ambientes bentónicos y algunas nectónicas. (Ref. 2).

Gasterópodos: Clase del Phylum Mollusca; son caracoles; generalmente tienen una concha sólida en espiral y cavidad bucal con rádula; son hermafroditas o dioicos, ovíparos u ovovivíparos (Ref. 2 y 3).

Macrobentónicos: Organismos que tienen un tamaño superior a un milímetro (> 1.0 mm) (Ref. 6).

Moluscos: Animales de movimiento libre, con tegumento blando, sin vértebras, algunos son hermafroditas; ovíparos u ovovivíparos, con superficie ventral modificada con características como pie muscular que adopta diversas formas; terrestres, marinos y de agua dulce (Ref. 2 y 3).

Riqueza de especies: Número de especies que se encuentran en un área o momento determinado (Ref. 5).

Tendencia: Idea religiosa, económica, política, artística, etc., que se orienta en determinada dirección. (Ref. 3)

LITERATURA CITADA EN EL GLOSARIO

- 1.- Anónimo. 2000. *Diario Oficial de la Federación*. Acuerdo del siete de junio. Declara Área de Protección de Flora y Fauna "Islas del Golfo de California". México, D.F.
- 2.- Brusca, R. C. y G. J. Brusca. 1990. *Invertebrates*. Sinaeur Assoc. Inc. Publish. Massachussets. 922 p.
- 3.- *Diccionario de la lengua española*. 1992., Vigésima primera edición. Madrid. 1513 p.
- 4.- Keen, A. M. 1971. *Sea shells of tropical West America*. Marine mollusks from Baja California to Peru. 2ª ed. Stanford University. Press. 1065 p.
- 5.- Krebs, C. J. 1985. *Estudio de la distribución de la abundancia*. Editorial Harla. México D.F. 753 p.
- 6.- Vegas, V. M. 1971. *Introducción a la ecología del bentos marino*. Programa regional del desarrollo científico y tecnológico. O.E.A. Washington D. C. 92 p.

LISTA DE TABLAS

PÁGINA

Tabla 1.- Localidades de muestreo ubicadas en el litoral oriental del archipiélago Espíritu Santo y sus características.	11
Tabla 2.- Localidades de muestreo ubicadas en el litoral occidental del archipiélago Espíritu Santo y sus características.	11
Tabla 3.- Análisis de variancia de los valores de diversidad para los meses de muestreo.	30
Tabla 4.- Análisis de variancia de los valores de diversidad obtenidos en las localidades de muestreo.	31
Tabla 5.- Análisis de variancia de la equidad para los meses de muestreo.	34
Tabla 6.- Análisis de variancia de los valores de equidad para las localidades de muestreo.	35
Tabla 7.- Análisis de variancia de la riqueza de especies para los meses de muestreo.	36
Tabla 8.- Análisis de variancia de la riqueza de especies para las localidades de muestreo.	37
Tabla 9.- Resultado del análisis de componentes principales para la comunidad de invertebrados bentónicos.	45
Tabla 10.- Resultado del análisis de componentes principales para los factores ambientales e indicadores estructurales.	48

LISTA DE FIGURAS

PÁGINA

Figura 1.- Mapa del archipiélago Espíritu Santo con la ubicación de las nueve localidades de muestreo.	10
Figura 2.- Temperatura y salinidad del agua superficial promedio mensual, registradas en cada una de las localidades de muestreo, de octubre de 2001 a junio de 2002.	21
Figura 3.- Composición porcentual global de los tipos de sustratos muestreados en el archipiélago Espíritu Santo.	22
Figura 4.- Distribución de los tipos de sustratos en porcentaje en las localidades de muestreo ubicadas en el litoral del archipiélago Espíritu Santo.	23
Figura 5.- Distribución porcentual de las familias de moluscos y equinodermos de cada clase.	24
Figura 6.- Distribución porcentual de las especies de moluscos y equinodermos para cada clase.	24
Figura 7.- Composición porcentual global del número de individuos para cada grupo.	25
Figura 8.- Composición porcentual de la abundancia de individuos de los tres grupos en las nueve localidades de muestreo: a) bivalvos, b) gasterópodos y c) equinodermos.	26
Figura 9.- Composición porcentual global de las especies de macroinvertebrados bentónicos.	27
Figura 10.- Distribución porcentual de la riqueza de especies para los tres grupos en las nueve localidades de muestreo: a) bivalvos, b) gasterópodos y c) equinodermos.	28
Figura 11.- Fluctuaciones mensuales en la diversidad (Shannon-Wiener, H').	30

Figura 12.- Comportamiento de la diversidad en las localidades de muestreo del archipiélago Espíritu Santo.	31
Figura 13.- Comportamiento de la abundancia total (moluscos y equinodermos) y la temperatura promedio mensual del agua superficial del mar.	32
Figura 14.- Comportamiento de la diversidad total mensual de los moluscos y equinodermos contra la temperatura promedio mensual del agua superficial del mar.	33
Figura 15.- Comportamiento de la equidad (J) en los meses de muestreo.	34
Figura 16.- Comportamiento de la equidad en las localidades de muestreo del archipiélago Espíritu Santo.	35
Figura 17.- Riqueza de especies durante los meses de muestreo.	36
Figura 18.- Riqueza de especies en las localidades de muestreo del archipiélago Espíritu Santo.	37
Figura 19.- Abundancia media y desviación estándar de las especies de equinodermos y moluscos identificadas en el estudio.	40
Figura 20.- Índice de Valor Biológico global para la comunidad de bivalvos, gasterópodos y equinodermos del archipiélago Espíritu Santo.	41
Figura 21.- Riqueza de especies global de bivalvos, gasterópodos y equinodermos en cada una de las localidades de muestreo.	42
Figura 22.- Comportamiento de la diversidad y la equidad global en cada una de las localidades de muestreo en el archipiélago Espíritu Santo.	43
Figura 23.- Dendrograma de similitud entre las localidades estudiadas en el archipiélago Espíritu Santo.	44

Figura 24.- Gráfico bidimensional del análisis de componentes principales para la composición faunística de las nueve localidades de muestreo EP=El Pailebote, PC=Punta Colorada, EI=El Islotito, IEG=Isla El Gallo, PLB=Punta La Bonanza, EM=El Manchón, PD=Punta Dispensa, EC=El Cardonal, ELG=Ensenada La Gallina.

47

Figura 25.- Gráfico bidimensional del análisis de componentes principales para las nueve localidades de muestreo EP=El Pailebote, PC=Punta Colorada, EI=El Islotito, IEG=Isla El Gallo, PLB=Punta La Bonanza, EM=El Manchón, PD=Punta Dispensa, EC=El Cardonal, ELG=Ensenada La Gallina.

49

RESUMEN

Se realizaron cuatro expediciones sobre fondos someros del archipiélago Espíritu Santo B.C.S. México, en octubre 2001, enero, abril y junio de 2002. Los muestreos se realizaron por medio de buceo libre en sustrato preferentemente rocoso en nueve localidades alrededor del archipiélago; la abundancia del macrobentos conspicuo (gasterópodos, bivalvos y equinodermos) se estimó visualmente a una profundidad de 4 y 6 m a lo largo de 2 transectos en banda paralelos a la línea de costa de 5 m de ancho y 50 m de largo, para un total de 500 m² por localidad. Así mismo, se registró la temperatura superficial del mar, exposición al oleaje, pendiente y tipo de sustrato. La comunidad de macroinvertebrados bentónicos estudiada estuvo compuesta por 26 familias, 31 géneros y 32 especies. El grupo mejor representado fue el de los equinodermos con 18 especies en 13 familias, seguida de los moluscos con 14 especies en 13 familias. Las especies con mayor abundancia relativa fueron los erizos *Tripneustes depressus* y *Eucidaris thouarsii*. La temperatura superficial y la salinidad del agua no mostraron relación evidente con la abundancia relativa y diversidad de las especies en las localidades de muestreo pero si se observa relación con el tipo de sustrato. Mediante la técnica de clasificación de Bray-Curtis fue posible identificar un patrón espacial entre las localidades de muestreo, quedando separadas en dos grupos uno al norte del archipiélago compuesto por El Pailebote, El Manchón, El Islotito, El Cardonal y Isla El Gallo y el otro al sur, formado por Ensenada La Gallina, Punta La Dispensa, Punta Sur y Punta La Bonanza; el grupo del sur presenta una comunidad más diversa con valores por arriba del promedio (H' 1.8 bits/ind). Se observó una alta relación entre el tipo de sustrato, la pendiente de este, la abundancia de individuos en cada localidad y el índice de diversidad de Shannon.

ABSTRACT

We made four expeditions to the study zone in the autumn of 2001 through the winter, spring, and summer of 2002. Nine study locations were established around the archipelago. Samples were acquired through free-diving on preferably rocky substratum. The abundance was estimated visually in depths of 3-5 meters, with a transect in band 5 meters wide and 100 meters long parallel to the line of the coast. A total of 500 square meters were explored in every location. The temperature and the salinity were measured at the water surface in every location. The community of benthic macroinvertebrates includes 31 families, 37 genera, and 39 species. The best represented group was the group of echinoderms with 18 species in 13 families, followed by the mollusks with 14 species in 13 families, and the stone corals with 7 species in 5 families. The species with the greatest relative abundance were *Tripneustes depressus* and *Eucidaris thouarsii*. Through the Bray-Curtis index of similarity a spacial pattern was identified between the sampling locations. They were separated into two groups, one in the North of the archipelago formed by El Pailebote, El Manchón, El Islotito, El Cardonal, and Isla El Gallo, and the other group in the southern with Ensenada La Gallina, La Dispensa, Punta Sur, and Punta La Bonanza. The southern group shows a more diversified community with values above the average ($H' = 1.8$ bits/ind). A strong relationship was observed between the substratum, the bottom slope and the Shannon index of diversity, as well as with and the abundance of individuals in each location.

1.- INTRODUCCIÓN

El Golfo de California alberga un poco más de 100 islas de diferentes orígenes geológicos que conforman uno de los archipiélagos menos perturbados de la tierra, las cuales destacan por su gran diversidad de especies, un alto grado de endemismo y una riqueza biológica única, características que han permitido considerarlas como laboratorios evolutivos naturales (Bourillón-Moreno *et al.*, 1988).

La riqueza biológica insular tanto marina como terrestre, no esta exenta de cambios en sus estructuras comunitarias, provocados por actividades antropogénicas y fenómenos naturales. Por esta y otras razones, las islas del Golfo de California fueron decretadas el dos de agosto del 1978 en el Diario Oficial de la Federación como Zona de Reserva y Refugio de Aves Migratorias y de la Fauna Silvestre “Islas del Golfo de California” (Anónimo, 1978 y 2001; Ogarrio, 2002), pero esta categoría de protección fue modificada mediante acuerdo el siete de junio de 2000 en el D. O. F., a la de Área de Protección de Flora y Fauna “Islas del Golfo de California”; este acuerdo tiene como objeto el dotar al área natural protegida de una categoría acorde a la legislación vigente (Anónimo, 2000).

El archipiélago Espíritu Santo es un complejo insular que comprende varias islas e islotes que con 102.076 km². Espíritu Santo es la cuarta isla de mayor extensión al sur del paralelo 28° 00 ' N (Anónimo, 2001); se encuentra en el límite oriental de la bahía de La Paz, que es uno de los cuerpos de agua de mayor extensión en el golfo de California (Arizpe, 1977; Casas-Valdez *et al.*, 1997).

El interés turístico, cultural y ecológico del archipiélago se ha venido incrementando, ya que en los últimos años se ha dado a conocer su gran importancia arqueológica, belleza paisajista (Fujita, 2002), su diversidad biológica

singular y un gran número de especies cuasi-endémicas (Ezcurra, 2002 c), razones por las cuales ha sido considerado como uno de los conjuntos de islas más espectaculares del golfo de California, esto lo convierte en un sitio atractivo para ser visitado, lo que ha resultado en impactos y disturbios de índole diversa como la contaminación de playas, (Anónimo, 2001; Arizpe, 1997), la introducción de especies exóticas (Ezcurra, 2002 c), la perturbación y el saqueo de especímenes silvestres de importancia ecológica y económica, la fractura y daño de las colonias coralinas por los buzos, las anclas de las embarcaciones y por pescadores.

Los gasterópodos, bivalvos y equinodermos son invertebrados en su mayor parte bentónicos de amplia distribución y abundancia que se encuentran desde la zona intermareal hasta el mar profundo y en todas las latitudes, habitan diversos tipos de sustratos que van desde sedimentos blandos (arena fina, gruesa y lodos) a rocosos; numerosas especies de moluscos y algunas de equinodermos, son comestibles y explotadas, principalmente por su tamaño, abundancia e interés comercial (Keen, 1971; Brusca, 1980; Puotiers, 1995 a y b; Holguin-Quiñones *et al.*, 2000 y 2001).

Así mismo, dentro del ecosistema marino tienen una gran importancia funcional en el flujo energético y estructural de la comunidad ya que muchos de estos funcionan como reguladores ecológicos e indicadores de las perturbaciones que ocurren en estos ecosistemas (Villarreal, 1995; Holguin-Quiñones y García-Domínguez, 1997; Callaway *et al.*, 2002). Muchos de estos invertebrados son altamente vulnerables a la extracción debido a su nulo o escaso movimiento, permitiendo un fácil saqueo o una captura desmedida; como ha ocurrido con algunas especies de gasterópodos, bivalvos y equinodermos de interés comercial que habitan los fondos someros de la bahía de La Paz y el archipiélago Espíritu Santo, que antaño fueron muy abundantes (Ezcurra, 2002 b; Arizpe, 1997; Félix-Pico, 1996). Hoy en día por la consecuente explotación, han disminuido las

existencias silvestres de algunas especies a tal grado que se han convertido en hallazgos raros (Holguin-Quiñones y García-Domínguez, 1997).

Actualmente se presta especial atención en conocer el estatus de las comunidades marinas de las costas e islas adyacentes a centros de población como el caso del archipiélago Espíritu Santo que por su cercanía a la ciudad de La Paz soporta múltiples actividades de aprovechamiento, por lo que es necesario incrementar los estudios enfocados a ampliar el conocimiento ecológico y biológico de las poblaciones y comunidades marinas que constituyen sus ecosistemas y de esta manera conocer sus variaciones espacio-temporales, así como la situación actual en que se encuentran (Herrero-Perezrul, 1994; Solís-Marín, 1997; Arizpe, 1997).

Una forma efectiva de evaluar la estructura de la comunidad bentónica es empleando algunas herramientas de la ecología estadística (Pielou, 1975; Magurran, 1988) como los métodos univariados que comprenden a los índices de diversidad, equidad, riqueza de especies y la abundancia, entre otros, comúnmente considerados indicadores del estado de salud de las comunidades (Washington, 1984; Lampadariou *et al.*, 1997; Alcolado, 1998; Bravo-Nuñez, 1991) y los métodos multivariados como los índices de similitud y componentes principales, por mencionar algunos, cuyo objetivo es reducir la dimensión de los datos, lo que permite identificar gradientes ambientales sobre los cuales se estructuran las comunidades (Washington, 1984; Lampadariou *et al.*, 1997).

Analizando los resultados de estas técnicas y los cambios en los factores ambientales (temperatura, salinidad y sustrato) es posible identificar la existencia de patrones de variabilidad espacio-temporal que caractericen o describan a estas comunidades y con base en estos hacer interpretaciones ecológicas para reforzar la toma decisiones sobre el uso de los recursos bentónicos.

2.- ANTECEDENTES

El archipiélago Espíritu Santo se ubica en el golfo de California, una de las regiones más diversificadas del mundo en cuanto a las especies marinas que lo habitan (Van der Heiden y Hendrickx, 1983; Thomson *et al.*, 1979). Existen muchos trabajos de investigación sobre la flora y fauna del Pacífico Oriental que fueron auspiciados por museos o fundaciones norteamericanas y por algunos naturalistas (Sánchez-Vargas, 1984; Ezcurra, 2002 a). Los moluscos en el golfo de California han sido estudiados principalmente por Parker (1964), Morris (1966), Keen (1971) y Houston (1980). Los equinodermos por Caso (1979, 1986, 1994) y Brusca (1980).

En lo que respecta a la bahía de La Paz incluyendo la costa occidental del archipiélago Espíritu Santo, se tienen registradas, 306 especies de moluscos; 173 corresponden a gasterópodos, 120 a bivalvos, ocho a cefalópodos, tres a polioplacóforos y dos a escafópodos, de acuerdo con investigaciones de Morris (1966), Abbott (1974), Keen (1971) y Houston (1980) (citado por Holguin-Quiñones y García-Domínguez, 1997). Solís-Marín *et al.*, (1997) llevaron a cabo una revisión de la literatura publicada sobre equinodermos solo para la bahía de La Paz, desde el siglo pasado hasta 1995, en este trabajo citan un total de 92 especies; 21 de asteroideos, 18 de ofiuroideos, 26 de echinoideos y 27 de holoturoideos y concluyen que la bahía de La Paz es una de las regiones con mayor riqueza en las costas del Indopacífico.

Para el archipiélago Espíritu Santo son muy pocos los trabajos de investigación que tratan sobre la descripción de la flora y fauna marina y casi nulos los que abordan cuestiones sobre la estructura de las comunidades de los macroinvertebrados bentónicos. Steinbeck y Ricketts (1941) mencionan la existencia de grandes densidades de holoturoideos, ofiuroideos, asteroideos y equinoideos así como de bivalvos y gasterópodos entre otros grupos. Keen (1964)

en un análisis cuantitativo en las localidades El Cardonal y El Candelero del litoral occidental, registró 485 especies de micro y macromoluscos compuestas por 313 gasterópodos, 165 bivalvos y 7 escafópodos de la zona intermareal y circalitoral de fondos arenosos.

Keen (1971) y Houston (1980) en sus trabajos descriptivos citan numerosas especies de moluscos del archipiélago Espíritu Santo. Por su parte, Sosa-Gómez (1998) llevó a cabo un estudio taxonómico de los asteroideos en Los Islotes del archipiélago Espíritu Santo, aludiendo 15 especies, de las cuales tres son nuevos registros, mientras que Cortés-Fernández (1999) hizo un estudio similar para la misma zona con ofiuroides logrando identificar 10 especies y ampliando la distribución geográfica de dos especies.

De la revisión de la literatura publicada sobre el archipiélago Espíritu Santo, se puede constatar que realmente son pocos los trabajos que contribuyen al conocimiento de los invertebrados bentónicos y se advierte la necesidad de incrementar las investigaciones que integren aspectos importantes acerca de las variaciones espacio-temporales, la composición y estructura de las comunidades, y de esta forma conocer cual es el estatus y el papel ecológico de las comunidades bentónicas.

3.- JUSTIFICACIÓN

En el archipiélago Espíritu Santo se realizan múltiples actividades de origen antropogénico que impactan sus ecosistemas, no obstante, está decretado como Área de Protección de Flora y Fauna, además cuenta con un plan de manejo. Sin embargo, son pocos los trabajos que contribuyen al conocimiento de la estructura y función de los macroinvertebrados bentónicos, de ahí el interés por incrementar las investigaciones enfocadas a ampliar el conocimiento ecológico y biológico de estas comunidades.

El presente trabajo pretende establecer un listado de especies de las clases Pelecypoda y Gastropoda del grupo de moluscos y Asteroidea, Echinoidea, Holothuroidea, y Ophiuroidea de equinodermos que habitan los fondos someros del archipiélago. Asimismo, analizar de forma integral y por razón de la ecología estadística sus comunidades con el propósito de identificar patrones de variación espacio-temporal que puedan describir la estructura comunitaria y su relación con los factores abióticos.

4.- OBJETIVOS

4.1 Objetivo general:

Conocer la variación espacio-temporal de las comunidades de algunos macroinvertebrados bentónicos de fondos someros del archipiélago Espíritu Santo.

4.2 Objetivos particulares:

- a).- Conocer el comportamiento de la temperatura y la salinidad superficial del agua de mar.
- b).- Determinar el tipo de sustrato de cada localidad de muestreo.
- c).- Obtener la composición sistemática de las clases Pelecypoda, Gastropoda del grupo de moluscos y Asteroidea, Echinoidea, Holothuroidea, y Ophiuroidea de equinodermos.
- d).- Analizar la estructura de las comunidades mediante diversos índices ecológicos.
- e).- Conocer los patrones de variación espacio-temporal en la estructura de la comunidad y su posible relación con los factores ambientales.

5.- ÁREA DE ESTUDIO

EL archipiélago Espíritu Santo se ubica al oriente de la bahía de La Paz a unos 27 km de la ciudad de La Paz. Esta conformado por las islas mayores Espíritu Santo y La Partida, así como otras menores llamadas La Ballena, Los Islotes, Isla El Gallo y La Gallina. Se localiza entre los 24°24' y los 24°36' N, y los 110°18' y los 110°27' O (Figura 1).

El litoral oriental de Espíritu Santo es rocoso y homogéneo desde el punto de vista topográfico, mientras que la costa occidental, con entrantes y salientes, presenta zonas protegidas que dan origen a ensenadas, pequeñas playas arenosas y lagunas bordeadas por manglares. La Isla Espíritu Santo está separada de la Isla La Partida por un canal angosto y somero, que permite la comunicación entre ambas durante la marea baja (Bourillón-Moreno *et al.*, 1988).

El archipiélago Espíritu Santo se formó geológicamente por una secuencia de derrames cineríticos (ash-flow tuffs), esta inclinado suavemente (~10°) hacia el NW; el lado sureste esta constituido por granitos erosionados posiblemente del cretácico, el resto por un grueso paquete de rocas volcánicas de naturaleza máfica a félsica del mioceno (Aranda-Gómez *et al.*, 1986; Ezcurra, 2002 a).

En La bahía de La Paz se pueden identificar tres patrones de vientos, noroeste, norte y sureste, aunque dominan los del noroeste durante casi todo el año. La temporada de lluvias se presenta de julio a octubre, asociada a los vientos del sur. La humedad relativa en la región oscila entre el 66-72% lo que origina un clima seco desértico (Espinoza-Avalos, 1977).

La temperatura ambiental máxima promedio es de 30° C al final del verano, y la mínima es de 17° C al inicio del invierno con una oscilación media de

temperatura de 12.8° C y una evaporación total anual de 2387.2 mm, que excede a los valores de precipitación total anual (219.7 mm) (Secretaría de Marina, 1979), lo cual causa un aumento en la salinidad, ya que el aporte de agua dulce por ríos es prácticamente nulo (Jiménez-Illescas, 1983; Jiménez-Illescas *et al.*, 1997).

La temperatura superficial del mar en invierno varía de 19° a 21° C, durante la primavera de 21° a 24° C, en el verano de 24° a 28° C, mientras que en otoño se presenta un descenso de temperatura hasta los 18° C (Arreola, 1991).

Las mareas en la bahía de La Paz son de carácter semidiurno; la oscilación depende de la del golfo de California y ésta a su vez, de la del Océano Pacífico; en la bahía el refluo entre la pleamar y la bajamar es el más intenso, ocasionando corrientes de mareas muy fuertes, mayores que las observadas en el flujo (Jiménez-Illescas *et al.*, 1997).

Existe una gran variedad de hábitats costeros en el archipiélago Espíritu Santo como son playas arenosas, alternadas con playas de guijarros, cantos rodados, gravas, gravillas, paredones de roca sedimentaria y un arrecife coralino en la bahía San Gabriel (Arizpe, 1997), originando hábitat diversificados que favorecen el establecimiento de organismos bentónicos epifaunales e infaunales (Solís-Marín *et al.*, 1997).

Para realizar el estudio se ubicaron nueve localidades de muestreo (Figura 1) tres en el litoral oriental (Tabla 1) y seis en el occidental (Tabla 2). El nombre que se asignó a cada localidad de muestreo se tomó del nombre que corresponde a la zona en el mapa del archipiélago Espíritu Santo (Anónimo, 2001).

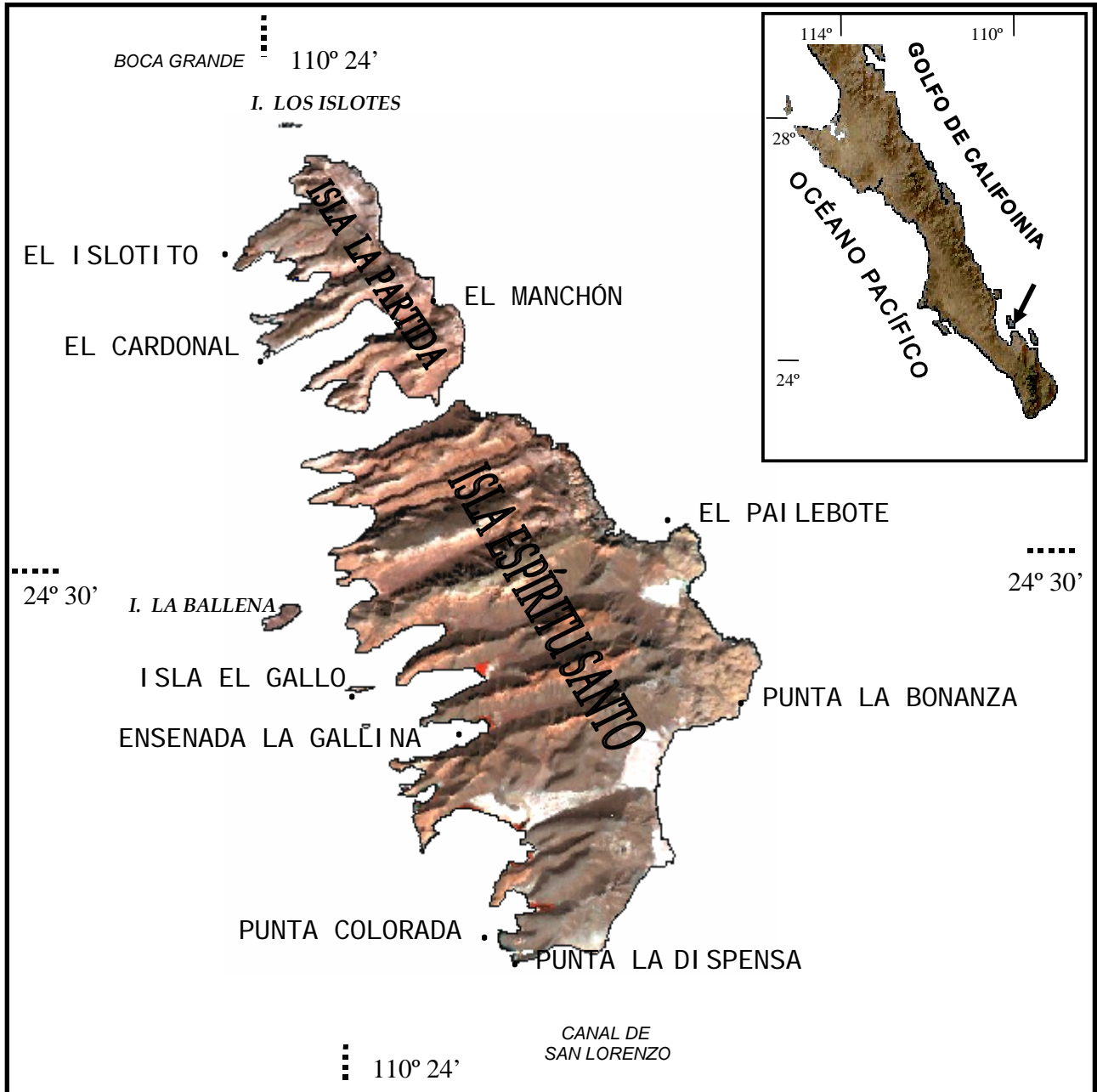


Figura 1.- Mapa del archipiélago Espíritu Santo con la ubicación de las nueve localidades de muestreo.

Tabla 1.- Localidades de muestreo ubicadas en el litoral oriental del archipiélago Espíritu Santo y sus características.

LOCALIDAD	UBICACIÓN	SUSTRATO	OBSERVACIONES	FUENTES
Punta La Bonanza	24°25'30" lat N 110°18'26" long O.	Rocoso con depósitos coralinos.	Zona intermareal amplia, pendiente de 3°, oleaje débil, transporte de agua por mareas < 5 m ² s ⁻¹	Jiménez <i>et al.</i> , 1997; Anónimo 2001 y obs. pers.
El Pailebote	24°30'17" lat N 110°18'30" long O.	Rocoso en forma de grandes bloques.	Zona intermareal reducida, pendiente de 5°, olas y corrientes activas, transporte de agua por mareas de 5 m ² s ⁻¹	Jiménez <i>et al.</i> , 1997; Anónimo 2001 y obs. pers.
El Manchón	24°31'27" lat N 110°22'52" long O.	Rocoso.	Zona intermareal reducida, pendiente de 3°, transporte de agua por mareas = 5 m ² s ⁻¹ .	Jiménez <i>et al.</i> , 1997; Anónimo 2001 y obs. pers.

Tabla 2.- Localidades de muestreo ubicadas en el litoral occidental del archipiélago Espíritu Santo y sus características.

LOCALIDAD	UBICACIÓN	SUSTRATO	OBSERVACIONES	FUENTES
El Islotito	24°34'19" lat N 110°24'47" long O.	Rocoso en forma de bloques medianos.	Zona intermareal reducida, pendiente 3°, oleaje débil, transporte de agua por mareas = 5 m ² s ⁻¹ .	Jiménez <i>et al.</i> , 1997; Anónimo 2001 y obs. pers.
El Cardonal	24°32'50" lat N 110°24'33" long O.	Rocosos con arena gruesa.	Zona intermareal reducida, pendiente 3°, transporte de agua por mareas < 5 m ² s ⁻¹ .	Jiménez <i>et al.</i> , 1997; Anónimo 2001 y obs. pers.

Isla El Gallo	24°27'56" lat N 110°23'07" long O.	Rocoso formado de bloques.	Zona intermareal estrecha pendiente 5°, oleaje de baja intensidad, transporte de agua por mareas = 5 m ² s ⁻¹ .	Jiménez <i>et al.</i> , 1997; Anónimo 2001 y obs. pers.
Ensenada La Gallina	24°27'04" lat N 110°23'06" long O.	Depósitos coralinos, arena grano medio, y roca.	Zona intermareal amplia, pendiente 1°, oleaje muy débil, transporte de agua por mareas < 5 m ² s ⁻¹ .	Jiménez <i>et al.</i> , 1997; Anónimo 2001 y obs. pers.
Punta Colorada	24°24'27" lat N 110°21'01" long O.	Rocoso, arenoso y con depósitos coralinos.	Zona intermareal amplia pendiente de 1°, oleaje muy débil, transporte de agua por mareas < 5 m ² s ⁻¹ .	Jiménez <i>et al.</i> , 1997; Anónimo 2001 y obs. pers.
Punta La Dispensa	24°24'02" lat N 110°20'52" long O.	Rocoso, arenoso con depósitos coralinos.	Zona intermareal amplia, pendiente 1°, oleaje débil, transporte de agua inducido por mareas < 5 m ² s ⁻¹ .	Jiménez <i>et al.</i> , 1997; Anónimo 2001 y obs. pers.

6.- MATERIAL Y MÉTODOS

Los muestreos de las comunidades de moluscos y equinodermos de la franja litoral del archipiélago Espíritu Santo, fueron realizados durante un periodo anual, de octubre de 2001 a junio de 2002 con expediciones de frecuencia trimestral.

6.1 Sustrato

La cobertura por tipo de sustrato en cada localidad, se estimó visualmente en porcentaje del fondo que cubría la roca, la arena y el material calcáreo, y su estimación se realizó en un área de 500 m² aproximadamente, por localidad de muestreo. La pendiente y exposición al oleaje de los sitios muestreados se tomaron del plan de manejo del archipiélago Espíritu Santo (Anónimo, 2001).

6.2 Factores ambientales

La temperatura se tomó con un termómetro de cubeta con precisión a 0.5°C y la salinidad con un refractómetro; ambos factores se tomaron en el agua superficial del mar, en cada mes y localidad de muestreo.

6.3 Descripción del muestreo

6.3.1 Muestreo prospectivo

Se realizó una expedición con carácter prospectivo consistente en una salida de reconocimiento y muestreo sistemático en cuatro sitios del litoral del archipiélago Espíritu Santo, con el fin de seleccionar los sitios donde se ubicarían las localidades de estudio y así mismo determinar el área óptima a estudiar, para obtener la mejor representación de especies por localidad, empleando el menor

esfuerzo de muestreo. En cada uno de los cuatro sitios prospectivos se llevaron a cabo censos visuales, usando el sistema de transecto en banda (Conquest *et al.* 1996), de 50 m lineales con una amplitud de observación de 2.5 m a cada lado, con una repetición, con lo cual se exploró una área de 500 m² en cada doble transecto (Holguin-Quiñones *et al.*, 2000).

6.3.2 Muestreo

Se establecieron en total nueve localidades de muestreo con fondos preferentemente rocosos en zonas someras de 3 a 5 m de profundidad, tres en la parte oriental del archipiélago (zona expuesta) y seis en la parte occidental, frente a la bahía de La Paz (zona protegida) (Figura 1). Las coordenadas de cada localidad se tomaron con un geoposicionador por satélite (GPS), con la finalidad de relocalizar los sitios en muestreos posteriores.

Los muestreos se realizaron a través de buceo libre durante la bajamar, en horas de mayor iluminación, fijando sobre el fondo una cuerda de 50 m de largo paralela a la línea de costa la cual sirvió como guía para realizar los censos visuales.

La estimación del número de especies y sus abundancias se realizó por medio de conteo directo a lo largo del transecto, realizando inmersiones repetidas para revisar oquedades y algunas paredes de los bloques de rocas grandes que estaban dentro del área de observación. Siempre se procuró no perder de vista las marcas métricas de la línea guía durante las observaciones, los registros se llevaron en tablas de acrílico.

6.3.3 Material biológico

La identificación de las especies se realizó “in situ” y solo se recolectaron aquellos organismos que no fue posible identificar en el momento del censo. El material recolectado fue fotografiado posteriormente en el campamento para tener registro de la coloración y forma del organismo. Para la revisión taxonómica de los moluscos en el laboratorio se utilizaron los trabajos de Morris (1966), Keen (1971), Abbott (1974), Houston (1980) y los equinodermos se identificaron con trabajos de Caso (1979, 1986, 1994), Brusca (1980), Durham *et al.*, (1980), Gotshall (1987), Kerstitch (1989) y Maluf (1988).

6.4 Indicadores estructurales de la comunidad

Se realizó un análisis exploratorio con datos de abundancia espacio-temporal de bivalvos, gasterópodos y equinodermos de fondos someros de la franja litoral del archipiélago Espíritu Santo, mediante diversos índices ecológicos y algunos métodos multivariados con el fin de realizar comparaciones entre las áreas muestreadas e identificar patrones o tendencias espacio-temporales que pudieran describir o caracterizar a estas comunidades insulares.

Abundancia relativa

La abundancia relativa (P_i), mide las proporciones relativas con que participan las especies presentes en un sitio de muestreo con respecto al total de los individuos de las demás especies de ese sitio. Se obtuvo de la siguiente manera:

$$P_{ij} = \frac{n_{ij}}{N_j}$$

Donde:

n_i = Número de organismos de la especie i .

N = Número total de organismos para todas las especies.

j = Estación de muestreo.

Índice de riqueza

El índice de riqueza se determinó cuantificando el total de las especies presentes en una muestra.

Índice de diversidad de Shannon y Wiener (H')

Este índice está basado en la teoría de la información y es uno de los más ampliamente utilizados, criterios principales por los que se decidió utilizarlo. El índice tiene su escala de valores que van de cero a cinco, valores bajos de diversidad suponen una comunidad dominada por unas cuantas especies y valores altos son característicos de una comunidad poco dominada. Margalef ha demostrado que los valores fluctúan de 1.5 a 3.5 y solo en raras ocasiones rebasan la cifra de 4.5 (Bravo-Nuñez, 1991).

$$H' = -\sum Pi(\text{Log}_2)(Pi)$$

Donde:

H' = Índice de diversidad en bits/individuo.

Pi = Proporción de los individuos de la especie i con respecto al total de los individuos.

Índice de equidad (*J*)

Este índice analiza la forma en que la abundancia está repartida entre las especies. Mediante la proporción entre la diversidad observada y la diversidad máxima esperada se obtiene un valor para la muestra analizada; un valor de equidad igual a uno indica que la diversidad de una área determinada (H') ha alcanzado su máxima diversidad (H'_{\max}), y los individuos están repartidos en forma equitativa entre las especies, un valor cercano a cero, señala una equidad o uniformidad baja en la cual la mayoría de los individuos pertenecen a una misma especie (Pielou, 1975). Su fórmula es la siguiente:

$$E = \frac{H'}{H'_{\max}}$$

Donde:

H' = Diversidad de las especies.

H'_{\max} = Diversidad máxima de las especies = $\log_2 S$.

S = Número total de especies.

Índice de valor biológico de Sander.

El IVB funciona básicamente asignándole un valor de importancia o rango a las especies de acuerdo a su abundancia en cada muestra, otorgándoles puntajes (o puntos) de 10 a 1 de acuerdo a su magnitud de abundancia, por ejemplo: la especie más abundante en la muestra adquiere un rango = 1 y se le asigna un puntaje de 10, la segunda especie en orden de abundancia, tiene un rango = 2 y un puntaje de 9 y así sucesivamente hasta llegar a la especie que ocupa el rango = 10 a la cual se le asigna un puntaje de 1; después se suman los puntajes adquiridos por las

especies en cada sitio o localidad y finalmente se ordenan las especies en función del puntaje total (Sander, 1960); de esta manera tenemos a las especies dominantes de la comunidad con base en su abundancia ponderada por la frecuencia de aparición.

Índice de similitud de Bray-Curtis

La similitud se calculó con el índice de Bray-Curtis (Bray y Curtis, 1957). Este índice se aplicó para identificar agrupaciones afines o similares entre las localidades de muestreo, de acuerdo con su composición faunística y las variaciones de la abundancia de las especies. Cuando las matrices de datos a analizarse tienen muchos espacios vacíos por las especies que están ausentes en algunas de las localidades en las que se compara su similitud, las correlaciones resultantes son usualmente insatisfactorias; uno de los coeficientes que evita tal efecto es el índice de Bray-Curtis (Ludwig y Reynolds, 1988).

$$b_{jk} = \frac{\sum_{i=1}^S |x_{ij} - x_{ik}|}{\sum_{i=1}^z (x_{ij} + x_{ik})}$$

Donde:

b_{jk} = Índice de similitud de Bray-Curtis, entre las localidades.

j, k = Localidades j y k que se comparan.

i = i -ésima especie.

S = Número total de especies.

x_{ij} = Densidad de la especie i en la localidad.

x_{ik} = Densidad de la especie i en la localidad k .

Los datos fueron trabajados en modo Q y para reducir el efecto que tienen las altas abundancias de algunas especies sobre los cálculos, los datos se transformaron con raíz cuarta ($\sqrt[4]{}$) (Field *et al.*, 1982) y como técnica de unión para la construcción del dendrograma, el promedio simple.

Componentes principales.

El propósito del análisis de componentes principales es determinar factores (componentes principales) para lograr explicar la mayor variación posible, con los menores factores posibles. Es una técnica de ordenación indirecta que funciona con datos biológicos y deduce el gradiente ambiental sobre el cual se distribuyen o estructuran los datos, el modelo estadístico que le subyace es el de regresión lineal; se ha probado que es suficientemente robusta para soportar desviaciones considerables a la multinormalidad (Ludwig y Reynolds, 1988).

Su representación se establece gráficamente dentro de un plano cartesiano de la siguiente manera: Cada variable presenta una ubicación dentro del plano, la cual muestra primeramente con que componente esta asociada, su distribución dentro del componente y como están relacionadas entre si. Su asociación es positiva al encontrarse en un mismo cuadrante o negativa si se encuentra en uno opuesto. Su influencia en el componente, lo indica la separación que presente del origen (Ludwig y Reynolds, 1988).

Mediante esta técnica se analizaron dos matrices unificadas de datos de las localidades muestreadas, una de la composición faunística (riqueza de especies y la distribución de sus abundancias); y otra de parámetros ambientales e indicadores estructurales (grado de exposición al oleaje, tipo de sustrato, pendiente, riqueza de

especies, diversidad, equidad y abundancia); cuyo propósito fue conocer cual o cuales de las variables tiene mayor peso como establecer una estructuración de las localidades sobre un supuesto gradiente ambiental.

Análisis de varianza

Se realizaron análisis de Varianza (ANOVA; NC = 95 %) de dos vías, para determinar diferencias significativas entre la diversidad, riqueza de especies y la equidad obtenidas durante los meses y entre localidades de muestreo y en los casos donde hubo diferencias significativas se aplicó una prueba de Tukey para conocer entre cuales meses o localidades se encontraban esas diferencias.

Los cálculos generales se hicieron por medio del programa de computo ANACOM, (De La Cruz Agüero, 1994), los de clasificación con BioDiversity Professional Beta (McAleece, 1997), mientras que los ANOVA con STATISITICA (StatSoft, Inc., 2003).

7.- RESULTADOS

7.1 Variables ambientales

El comportamiento de la temperatura superficial del mar durante el periodo de estudio presentó valores muy similares al patrón promedio de esta región; en él se distinguen dos épocas a lo largo del año, una templada (invierno septentrional) y otra cálida (verano septentrional) (Anónimo, 2001). La temperatura superficial del agua, tuvo un promedio de 24.1°C, la más baja se registró en enero con 21°C y la más alta fue en octubre con 28.5°C. Se determinó la temperatura de la época cálida la cual fue de 26.3°C, que se obtuvo de promediar los meses de junio y octubre; la de la época templada fue de 22°C, obtenida del promedio de enero y abril (Figura 2). La concentración de sales en las masas de agua insulares varían en los primeros metros de profundidad (Anónimo, 2001), esto no fue manifestado en el estudio ya que la salinidad de las zonas someras del archipiélago presentó variaciones mínimas, con un promedio de 35 ‰ (Figura 2).

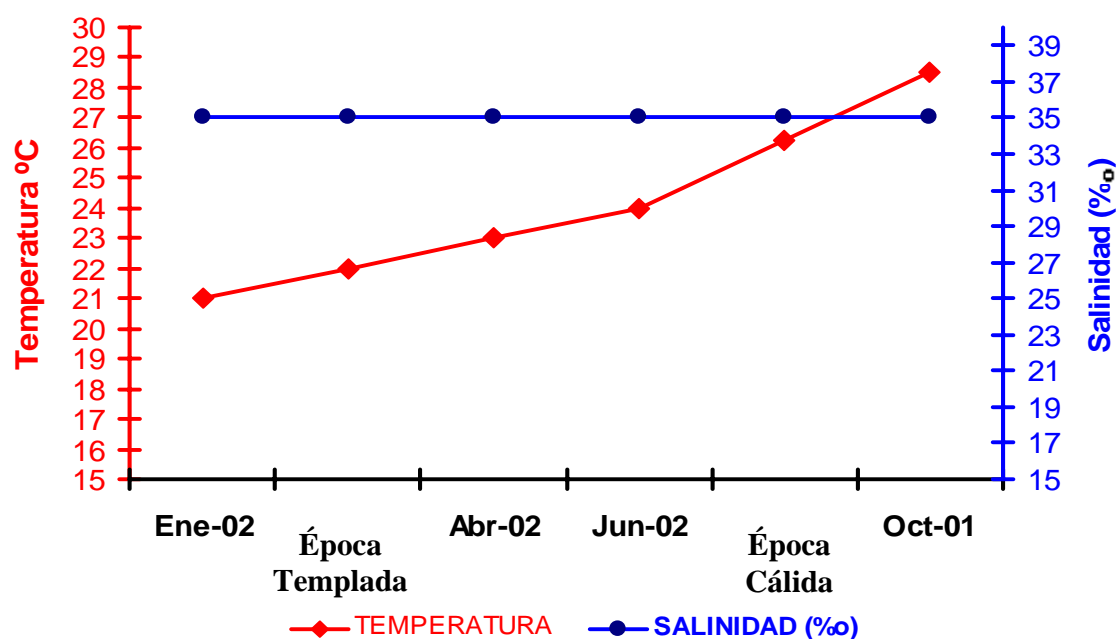


Figura 2.- Temperatura y salinidad del agua superficial promedio mensual, registradas en cada una de las localidades de muestreo, de octubre de 2001 a junio de 2002.

7.2 Tipos de sustratos

Se evaluaron básicamente tres componentes de sustrato: arena, roca y material calcáreo, este reconocimiento no involucró texturas finas sino más bien características litológicas dominantes, cuya distribución porcentual total para cada localidad se muestra en la figura 3. En la composición porcentual total global del sustrato muestreado la roca fue la de mayor cobertura con 74.50 % equivalente a una extensión de 3,352.5 m² aproximadamente, seguida de arena con 14.50 % igual a una superficie de 652.5 m² y el material calcáreo con un 11.0 % en una área de 500 m² (Figura 3).

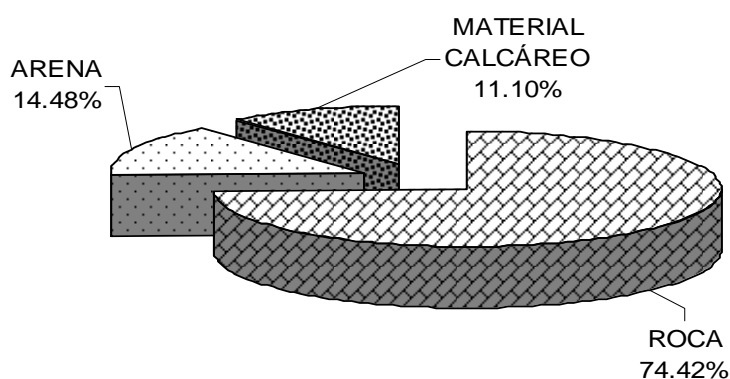


Figura 3.- Composición porcentual global de los tipos de sustratos muestreados en el archipiélago Espíritu Santo.

En la región nororiental del archipiélago se observa predominancia del sustrato rocoso, en la porción suroccidental del archipiélago existe mayor variación en la composición del sustrato, distribuido en parches. Las localidades El Pailebote, El Manchón e Isla El Gallo ubicadas en zonas de pendiente muy pronunciada y alto transporte de masas de agua presentaron una cobertura de roca del 100 %.

Punta La Bonanza y El Islotito que se encuentran en litorales opuestos su composición fue de 90 % roca y 10 % arena, El Cardonal presentó partes iguales de arena y roca. El material calcáreo constituyó amplios mantos de materiales sueltos

que cubrieron el 50 % de la localidad Ensenada La Gallina considerada como una localidad atípica porque se ubicó dentro de una ensenada muy protegida, el 50 % restante se dividió en roca y arena gruesa con la presencia de extensos agrupamientos coralinos. Punta Colorada y Punta La Dispensa presentaron los tres tipos de sustratos (Figura 4).

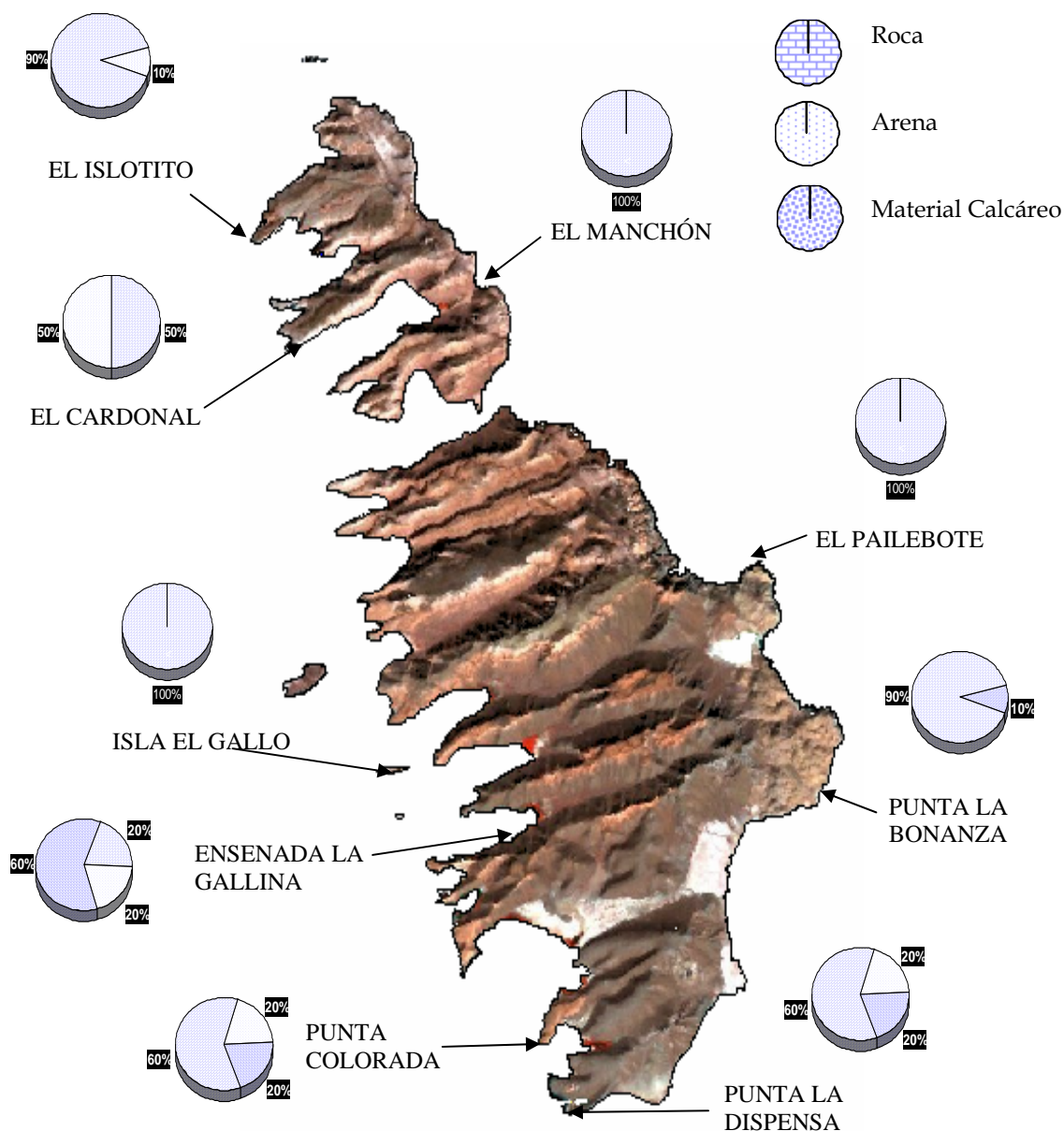


Figura 4.- Distribución de los tipos de sustratos en porcentaje en las localidades de muestreo ubicadas en el litoral del archipiélago Espíritu Santo.

7.3 Variedad biológica

La comunidad de macroinvertebrados bentónicos estudiada estuvo compuesta por 32 especies distribuidas en 31 géneros y 26 familias. El grupo mejor representado fue el de los equinodermos con 18 especies y 13 familias de las cuales las familias Oreasteridae, Ophidiasteridae, Toxopneustidae y Holothuriidae estuvieron representadas por dos especies cada una. El elenco sistemático de los moluscos se integró de 14 especies y 13 familias de las cuales solo la familia Veneridae representó dos especies. En cuanto a clases de ambos grupos la mejor representada tanto en número de familias como especies fue Pelecypoda con 30.77 y 28.13 % respectivamente; y la menos representada para ambas categorías correspondió a ophiuroidea con 3.85 y 3.13 % respectivamente (Figuras 5 y 6).

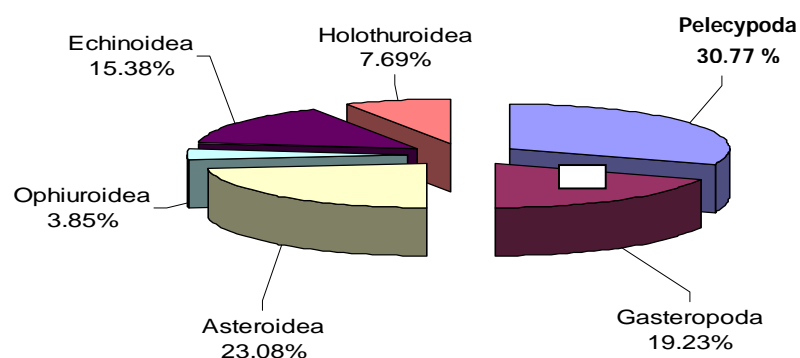


Figura 5.- Distribución porcentual de las familias de moluscos y equinodermos de cada clase.

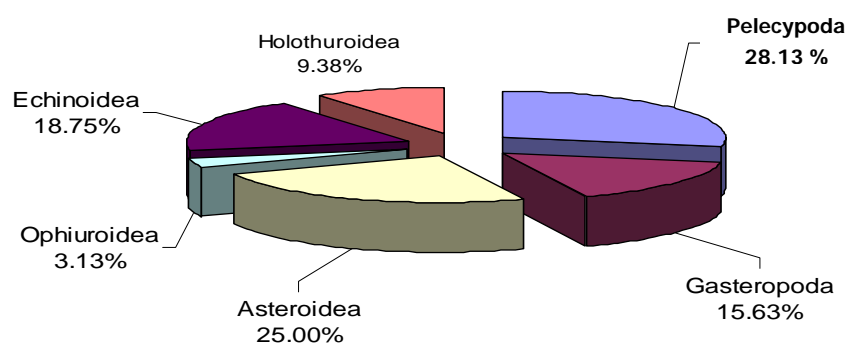


Figura 6.- Distribución porcentual de las especies de moluscos y equinodermos para cada clase.

7.4 Composición porcentual global de la abundancia

Se cuantificaron un total de 9,892 individuos y se determinó su composición porcentual, en cuanto a la abundancia por grupo, esta quedó distribuida de la siguiente manera; los equinodermos representaron por mucho el mayor porcentaje con 97.59 % (9,654 ind), los bivalvos con 1.71 % (169 ind) y los gasterópodos con tan solo el 0.70 % (69 ind) del total (Figura 7).

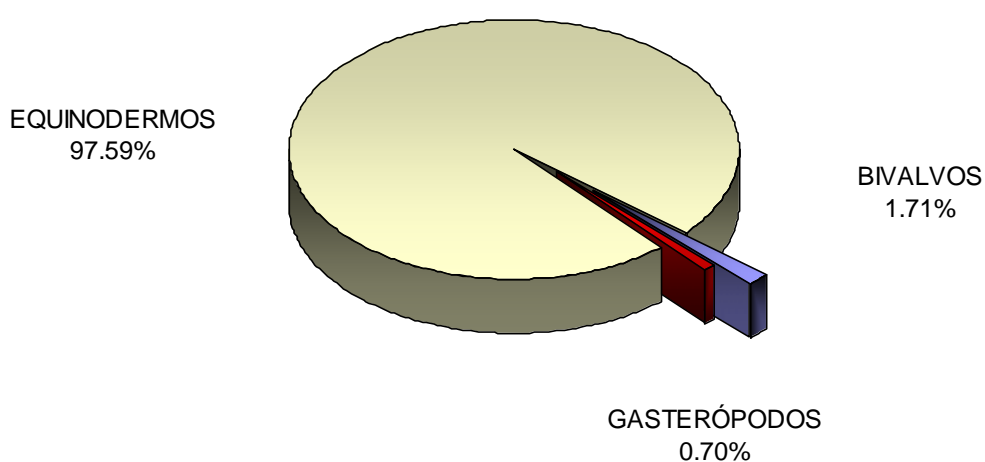


Figura 7.- Composición porcentual global del número de individuos para cada grupo.

7.4.1 Abundancia global por localidad

Para cada localidad y por grupo, la composición porcentual fue la siguiente: Punta La Bonanza registró la mayor cantidad de bivalvos con 19.53 % (33 ind.), la menor se observó en Ensenada La Gallina con 4.73 % (8 ind) (Figura 8a); los gasterópodos fueron más abundantes en Punta Colorada con un 26.09 % (18 ind) y la menor fue El Manchón con 2.90 % (2 ind) (Figura 8b); la mayor cantidad de equinodermos se cuantificó en Ensenada La Gallina con un 36.64 % (3,537 ind) y la menor ocurrió en El Cardonal con 4.81 % (464 ind) (Figura 8c).

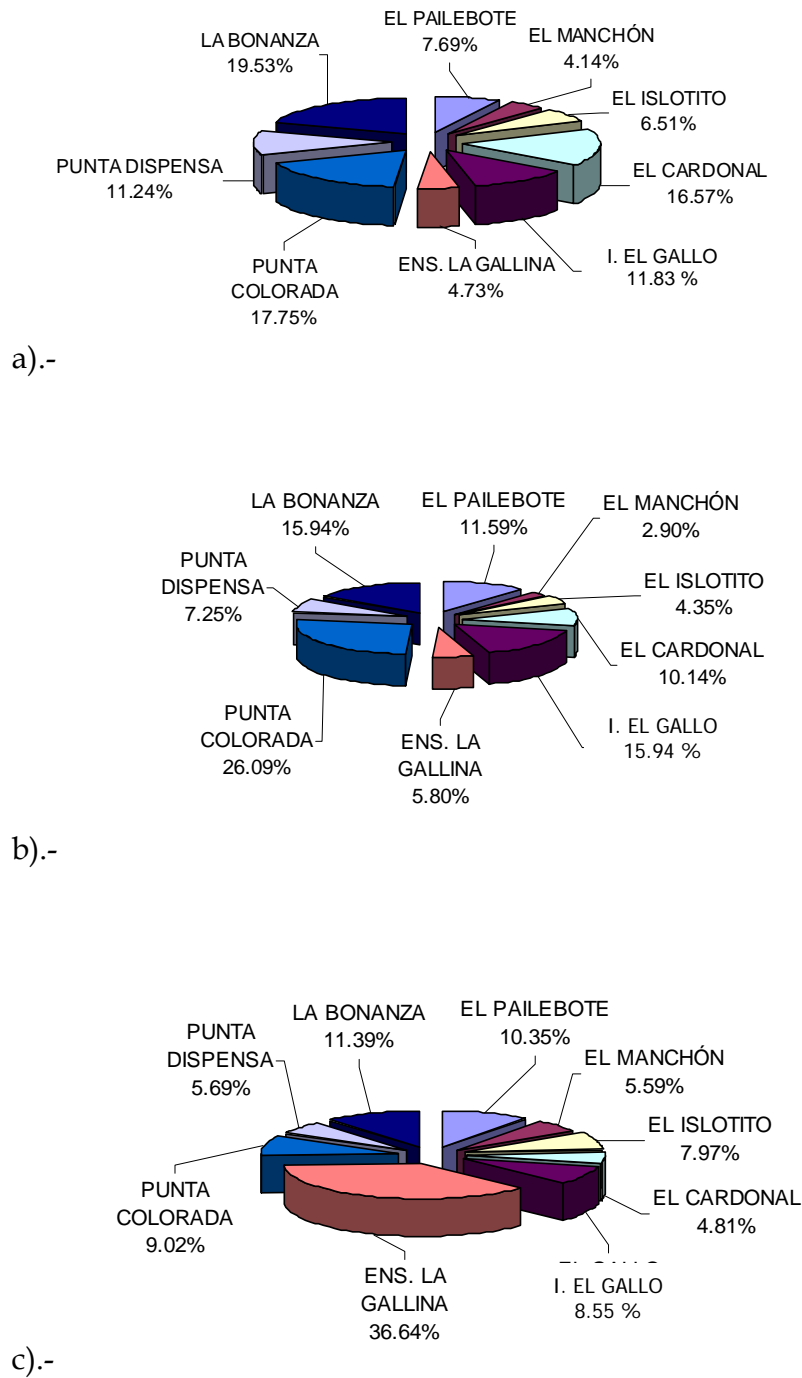


Figura 8.- Composición porcentual de la abundancia de individuos de los tres grupos en las nueve localidades de muestreo: a) bivalvos, b) gasterópodos y c) equinodermos.

7.5 Composición porcentual global de la riqueza de especies

Se identificaron un total de 32 especies presentes en el transecto para los tres grupos; los equinodermos contribuyeron con el 56.25 % (18 especies), los bivalvos con el 28.13 % (9) y los gasterópodos con 15.63 % (5 especies) (Figura 9).

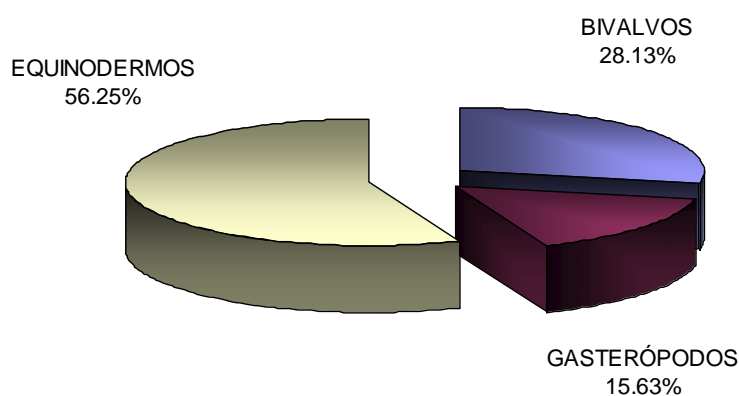


Figura 9.- Composición porcentual global de las especies de macroinvertebrados bentónicos.

7.5.1 Riqueza global por localidad

En cuanto a la riqueza de especies por localidad, referida en porcentaje; los bivalvos tuvieron la mayor riqueza en Punta Colorada con 21.74 % (5 especies) y la menor en Ensenada la Gallina y El Islotito 4.35 % (1 especie) (Figura 10a); los gasterópodos tuvieron una mayor riqueza en Punta La Dispensa y Punta La Bonanza, una y otra con 20.0 % (3 especies), mientras que la más baja se obtuvo en El Pailebote, El Islotito, El Cardonal, Isla El Gallo y Ensenada La Gallina con 6.67 % (1 especie) (Figura 10b); el grupo de los equinodermos registró el mayor porcentaje en la localidad Punta La Bonanza con un 13.41 % (11 especies) y el menor porcentaje en El Islotito 7.32 % (6 especies) (Figura 10c).

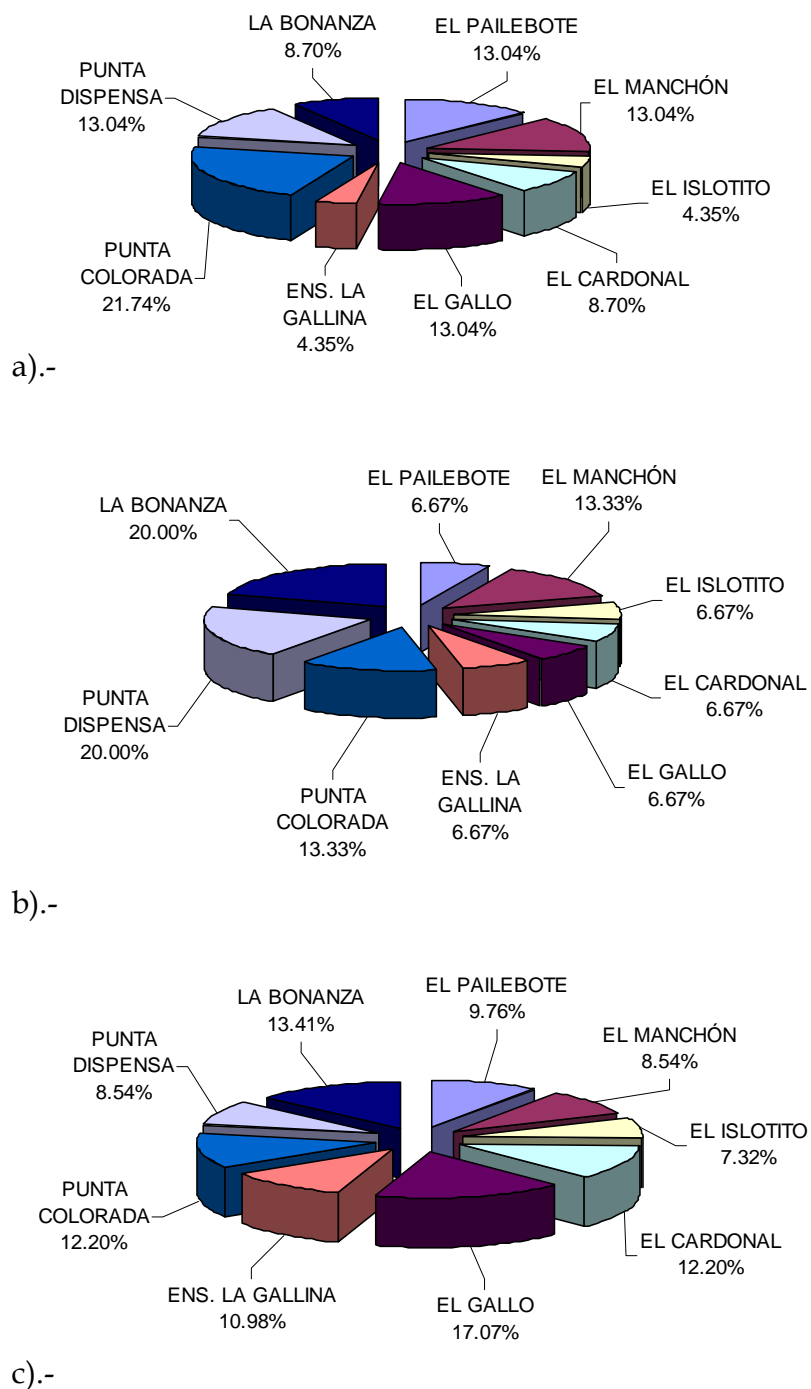


Figura 10.- Distribución porcentual de la riqueza de especies para los tres grupos en las nueve localidades de muestreo: a) bivalvos, b) gasterópodos y c) equinodermos.

7.6 Análisis exploratorio de la estructura comunitaria de bivalvos, gasterópodos y equinodermos.

La exploración de la estructura de la comunidad se inició aplicando un análisis de varianza de dos vías a los valores de los índices de diversidad (Shannon-Wiener, H'), equidad (Pielou, J') y riqueza de especies (S) para las cuatro expediciones y las nueve localidades de muestreo; por último, se graficaron las fluctuaciones (promedio, error y desviación estándar), para observar posibles patrones o tendencias. Los resultados del análisis exploratorio de la comunidad de moluscos y equinodermos se muestra en seguida:

7.6.1 Diversidad

La diversidad mensual mostró fluctuaciones mínimas a lo largo del periodo de estudio, por consiguiente, no existieron diferencias significativas en la diversidad durante los meses muestreados (Tabla 3 y Figura 11). El mes con la diversidad promedio más baja fue octubre de 2001 (0.9539 bits/ind) y la más alta se presentó en junio de 2002 (1.2454 bits/ind).

Tabla 3.- Análisis de variancia de los valores de diversidad para los meses de muestreo.

ANÁLISIS DE VARIANCIA			
MESES	G. L.	F	P
	3	0.3927	0.759100

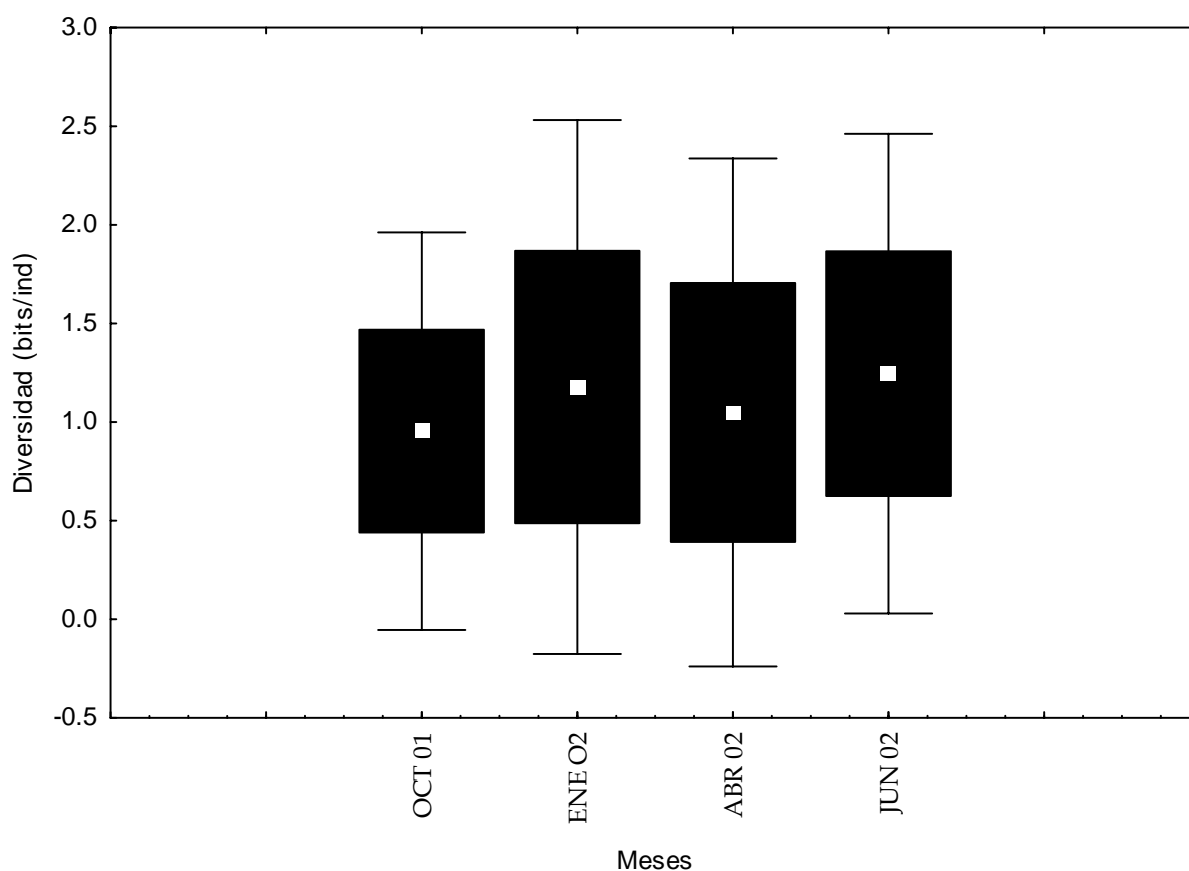


Figura 11.- Fluctuaciones mensuales en la diversidad (Shannon-Wiener, H').

La diversidad promedio en las localidades muestreadas presentó diferencias bastante amplias. Se encontraron diferencias significativas en la diversidad de las localidades a lo largo del periodo de muestreo (Tabla 4 y Figura 12). Las localidades que difirieron significativamente del resto fueron El Cardonal y Punta La Bonanza con los valores de diversidad más altos (Tuckey). La localidad que presentó el valor de diversidad promedio más bajo fue El Pailebote (0.4083 bits/ind), el más alto lo mostró El Cardonal (2.0133 bits/ind) (Figura 12).

Tabla 4.- Análisis de variancia de los valores de diversidad obtenidos en las localidades de muestreo.

ANÁLISIS DE VARIANCIA			
LOCALIDADES	G. L.	F	P
	8	17.1674	0.0000*

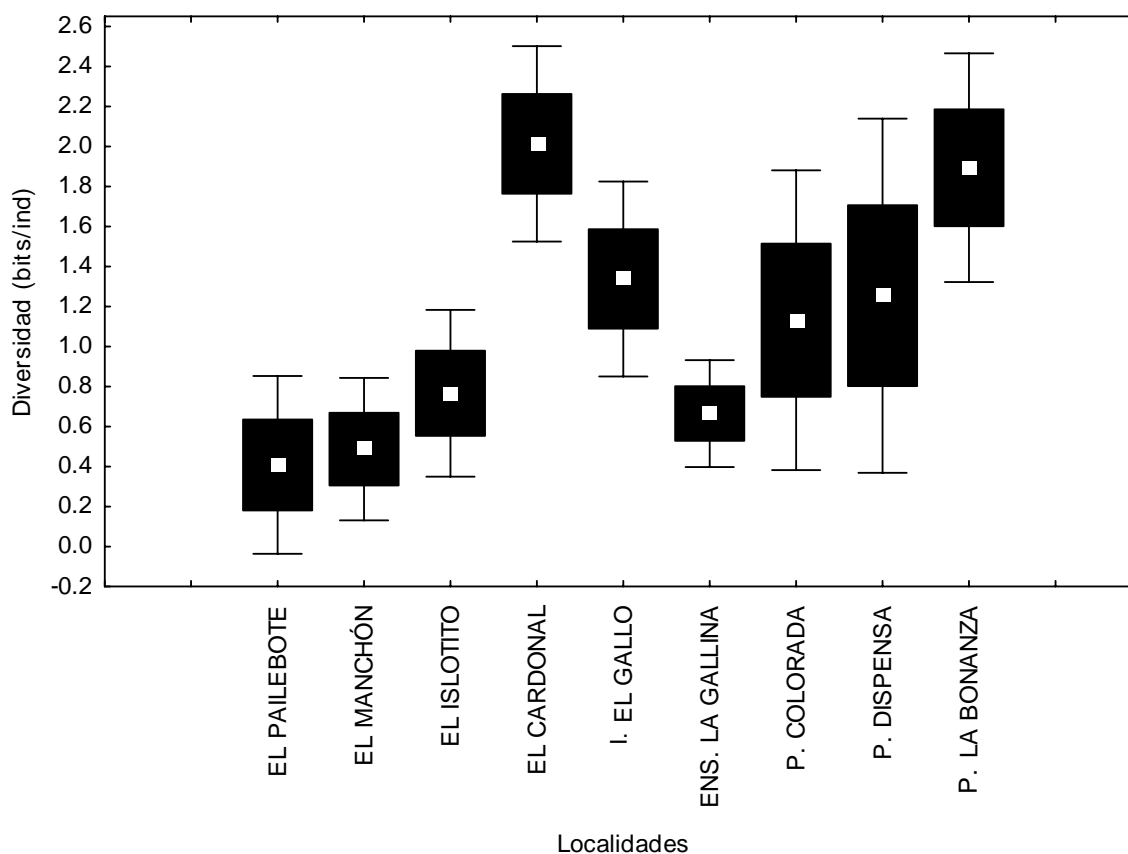


Figura 12.- Comportamiento de la diversidad en las localidades de muestreo del archipiélago Espíritu Santo.

7.6.2 Relación temperatura-abundancia-diversidad

La mayor abundancia total se registró en el mes de abril con un total de 2,940 individuos con una temperatura de 23°C; el mes con la menor abundancia fue enero con 2,075 ind. y 21°C (Figura 13). Para saber si la temperatura tuvo alguna influencia sobre la abundancia total observada en cada mes, se aplicó una prueba de regresión lineal, la cual indicó que no existe relación entre estas variables ($r = 0.208$; regresión = 0.091, NS), esta prueba también se aplicó a la temperatura y a la diversidad, cuya relación fue baja ($r = 0.473$, regresión = 0.577, NS) (Figura 14); lo cual indica que la temperatura no fue un factor de cambio sobre la abundancia y diversidad total de los macroinvertebrados bentónicos durante los meses estudiados.

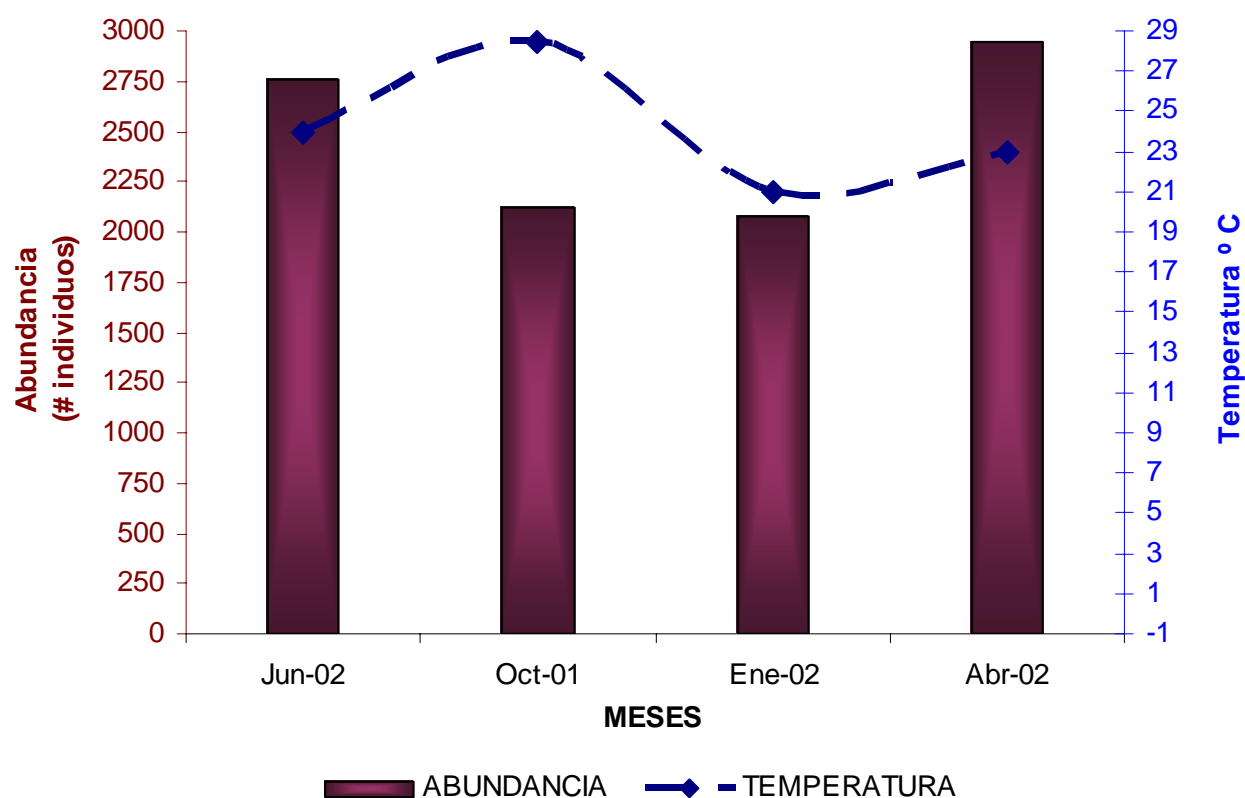


Figura 13.- Comportamiento de la abundancia total (moluscos y equinodermos) y la temperatura promedio mensual del agua superficial del mar.

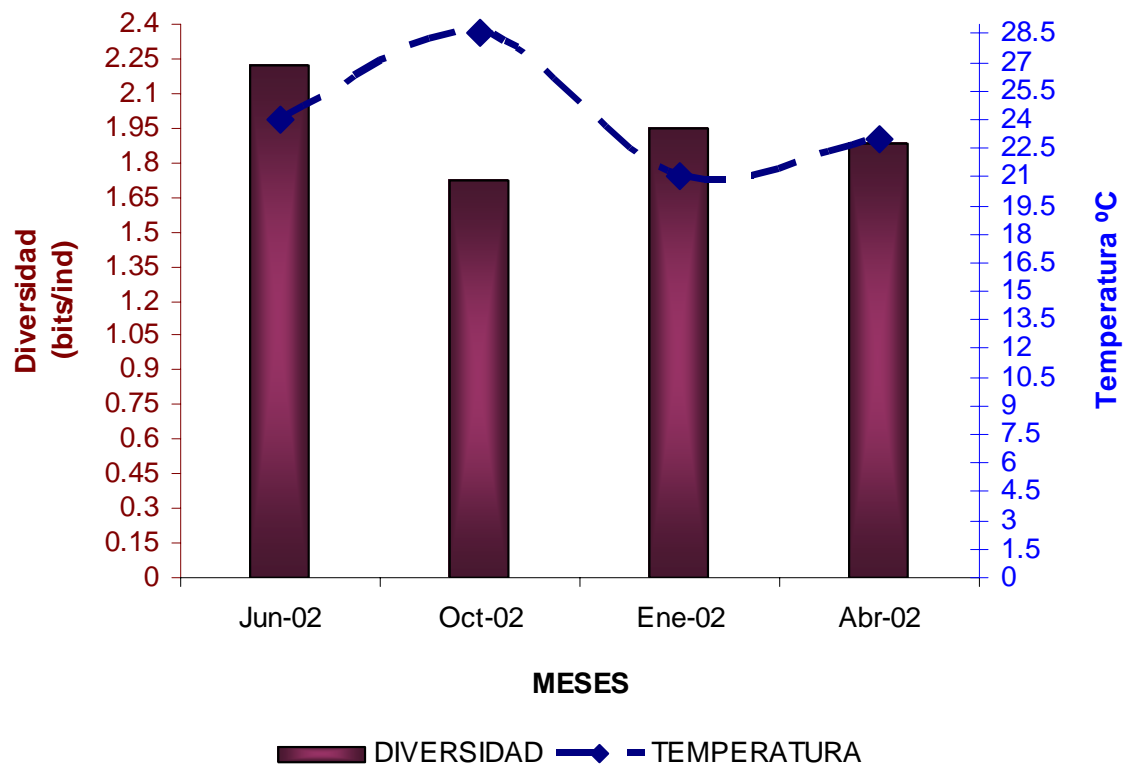


Figura 14.- Comportamiento de la diversidad total mensual de los moluscos y equinodermos contra la temperatura promedio mensual del agua superficial del mar.

7.6.3 Equidad

La equidad promedio mensual tuvo un comportamiento análogo a la diversidad promedio mensual, al mostrar pocas fluctuaciones temporales además de que no existieron diferencias significativas durante los meses muestreados (Tabla 5 y Figura 15). La menor equidad promedio mensual se presentó en octubre de 2001 (0.3258), la más alta ocurrió en enero de 2002 (0.4279).

Tabla 5.- Análisis de variancia de la equidad para los meses de muestreo.

ANÁLISIS DE VARIANCIA			
MESES	G. L.	F	P
	3	0.6258	0.6035

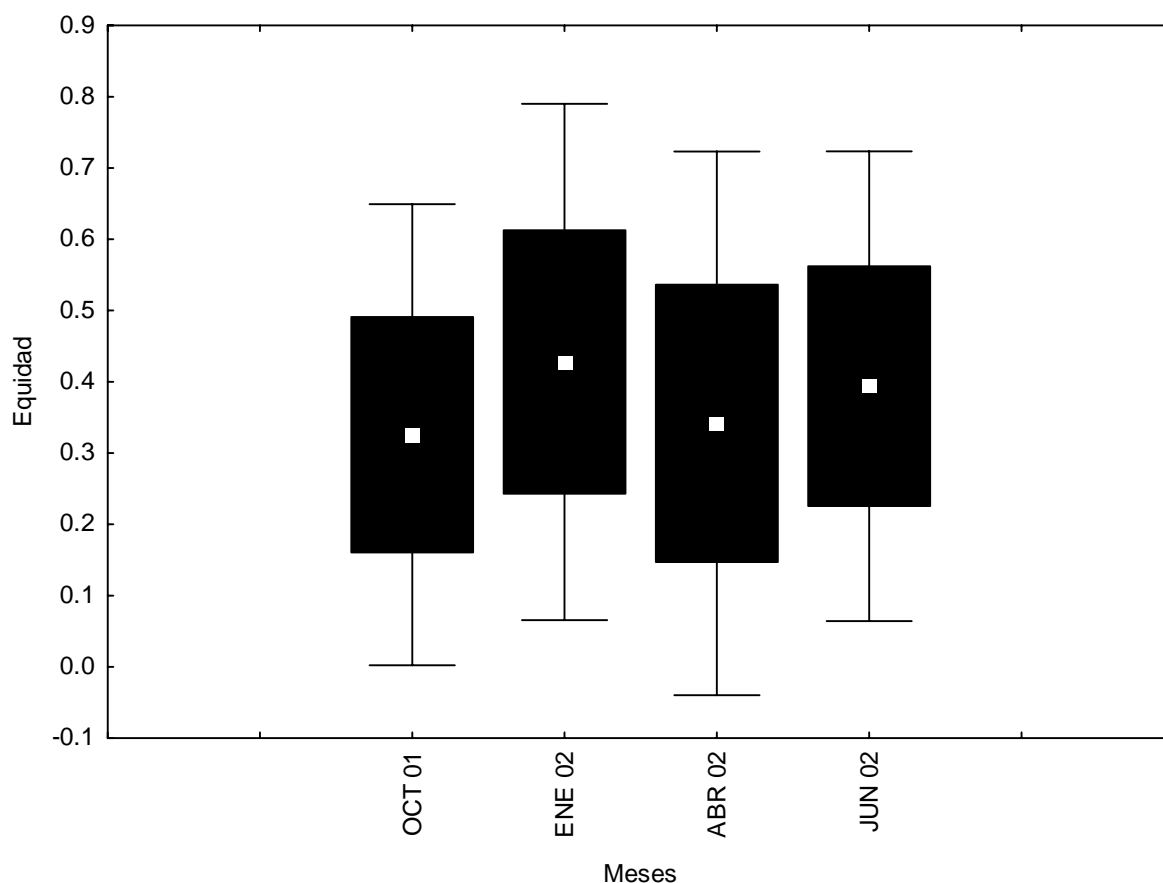


Figura 15.- Comportamiento de la equidad (J) en los meses de muestreo.

La equidad promedio describió un patrón espacial persistente similar al de la diversidad promedio por localidades, con variaciones bastante grandes. Se hallaron diferencias significativas en la equidad de las localidades (Tabla 6 y Figura 16); mediante una prueba de Tuckey se encontró que El Cardonal presentó los mayores valores de equidad promedio (0.6653) difirió significativamente del resto a excepción de Punta La Bonanza que le precedió con un valor más bajo (0.5593). El valor de equidad más bajo se presentó en El Pailebote (0.1590) (Figura 16).

Tabla 6.- Análisis de variancia de los valores de equidad para las localidades de muestreo.

ANÁLISIS DE VARIANCIA			
LOCALIDADES	G. L.	F	P
	8	16.2827	0.0000*

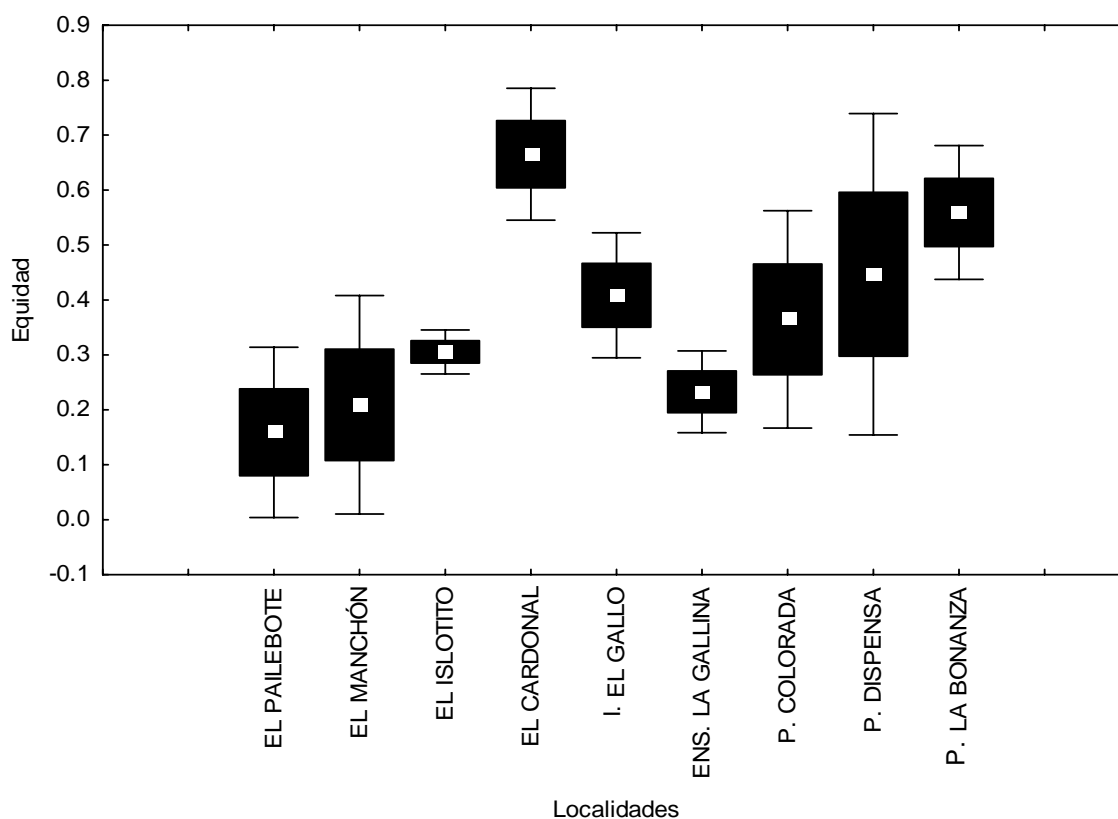


Figura 16.- Comportamiento de la equidad en las localidades de muestreo del archipiélago Espíritu Santo.

7.6.4 Riqueza de especies

La riqueza de especies promedio mensual al igual que la diversidad y equidad mensual, tuvo poca variación durante el periodo estudiado, consecuentemente, el análisis de variancia para la riqueza de especies indicó que no existieron diferencias significativas durante los meses muestreados (Tabla 7). La mayor riqueza de especies promedio la obtuvo junio de 2002 (8.8889) y la menor enero del mismo año (6.4444); lo cual fue una tendencia un tanto inversa a lo observado en la equidad y diversidad mensual (Figura 17).

Tabla 7.- Análisis de variancia de la riqueza de especies para los meses de muestreo.

ANÁLISIS DE VARIANCIA			
MESES	G. L.	F	P
	3	1.7402	0.17852

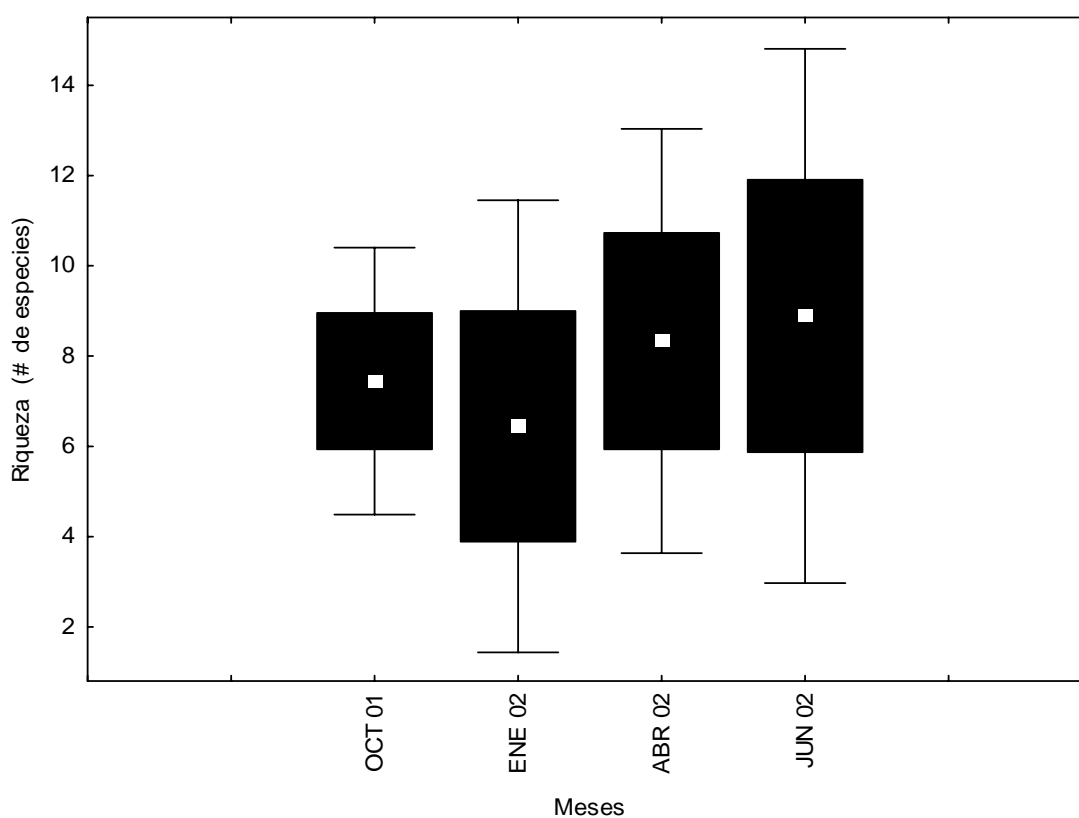


Figura 17.- Riqueza de especies durante los meses de muestreo.

La riqueza promedio de especies; tuvo un comportamiento espacial muy variable, con una tendencia similar a la equidad y la diversidad promedio por localidades; se encontraron diferencias significativas entre las localidades (Tabla 8 y Figura 18); la prueba de Tuckey indicó que Punta La Bonanza difirió significativamente del resto de las localidades, la cual presentó la mayor riqueza promedio de especies (10.50), la menor riqueza de especies la mostró El Manchón (5.50).

Tabla. 8 Análisis de variancia de la riqueza de especies para las localidades de muestreo.

ANÁLISIS DE VARIANCIA			
LOCALIDADES	G. L.	F	P
	8	2.8708	0.0189*

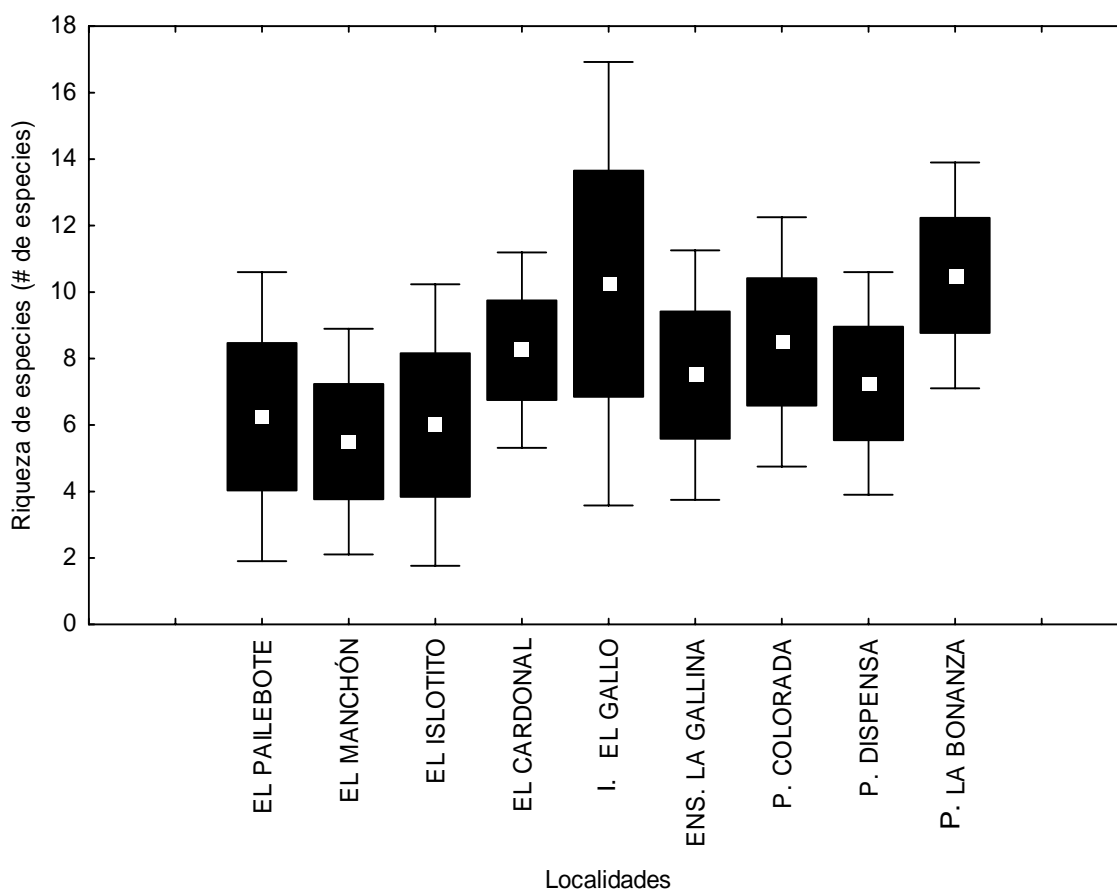


Figura 18.- Riqueza de especies en las localidades de muestreo del archipiélago Espíritu Santo.

En general, los resultados del análisis exploratorio de la comunidad de moluscos y equinodermos mediante los análisis de variancia aplicados a los indicadores ecológicos (diversidad H' , equidad J y riqueza de especies S), permiten asumir que estadísticamente no existen diferencias significativas durante los meses muestreados en la comunidad de bivalvos, gasterópodos y equinodermos (Tablas 3, 5 y 7).

Es decir, no se detectaron cambios temporales significativos; pero si se encontraron diferencias significativas entre las localidades estudiadas (Tablas 4, 6 y 8), dicho de otra forma, solo fue posible detectar diferencias en el espacio; lo que permitió observar un patrón de fluctuaciones espaciales muy semejantes en los indicadores estructurales.

De tal forma, es posible observar un cierto gradiente espacial de diversidad, equidad y riqueza de especies en el archipiélago que inicia con niveles bajos en el litoral expuesto y niveles altos a medios en las localidades del litoral semiprotegido (Figuras 12, 16 y 18).

Con base en lo anterior, los datos obtenidos durante los cuatro meses de muestreo se manejaron como un aglomerado; este se obtuvo, sumando los datos de abundancia de cada una de las especies durante los meses, puesto que el esfuerzo y método de muestreo empleados fueron los mismos en las nueve localidades y durante los cuatro meses estudiados.

7.7 Variación espacial global de la comunidad de bivalvos, gasterópodos y equinodermos del archipiélago Espíritu Santo.

7.7.1 Abundancia media y densidad

La abundancia promedio y la desviación estándar de las especies, además de la frecuencia de aparición, permiten jerarquizar a las especies y conocer cual es su estatus en la comunidad. Las especies más abundantes de la comunidad fueron dos: la más importante *Tripneustes depressus* con una abundancia media de 140.250, una desviación estándar de ± 64.216 , una densidad de 0.281 ind/m² y una frecuencia de aparición del 100%; la segunda especie *Eucidaris thouarsii* con una abundancia media de 269.50 ind, una desviación estándar de ± 448.682 , una densidad de 0.539 ind/m² y una frecuencia de aparición del 33.33%.

Asimismo, existen cuatro especies que tuvieron una frecuencia de aparición del 100% pero con abundancias de medias a bajas estas son: *Toxopneustes roseus* (17.84 ind ± 20.39 y 0.04 ind/m²), *Phataria unifascialis* (9.26 ind ± 5.13 y 0.02 ind/m²), *Pinctada mazatlanica* (4.63 ind ± 1.97 y 0.01 ind/m²), *Hexaplex (Muricanthus) nigritus* (4.63 ind ± 1.55 y 0.01 ind/m²), (Figura 19).

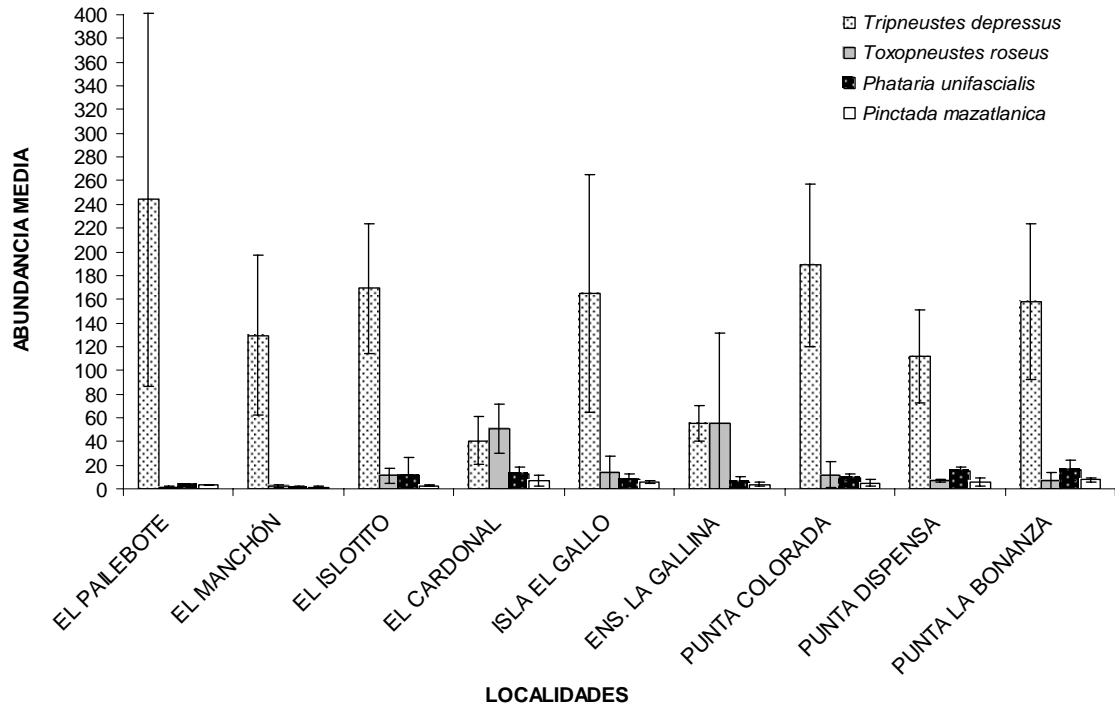


Figura 19.- Abundancia media y desviación estándar de las especies de equinodermos y moluscos identificadas en el estudio.

7.7.2 Dominancia global (IVB)

Tomando en cuenta que no existieron diferencias significativas ($P < 0.05$) durante los meses de muestreo, además que el resultado por meses del Índice de Valor Biológico correspondió siempre a las mismas especies, pero en orden jerárquico un tanto diferente, se calculó el IVB para los datos globales.

El IVB en un 95% de importancia y un rango de 5, refleja que la comunidad de invertebrados bentónicos del archipiélago estuvo representada por 13 especies de las 32 identificadas para el estudio, de las cuales fueron 11 equinodermos, un bivalvo y un gasterópodo.

La especie más importante fue *Tripneustes depressus* con 31.85 %, seguida de *Toxopneustes roseus* con 19.26 % y *Phataria unifascialis* con 17.04 %, estas especies pueden ser consideradas como las más distintivas e importantes de los fondos someros del archipiélago ya que acumularon el 68.1 % de la dominancia total del IVB; después le sigue un grupo de 10 especies menos dominantes, compuesto por *Pinctada mazatlanica* con 8.89 %, *Eucidaris thouarsii* con 5.93 %, *Echinometra vanbrunti* con 3.70 %, *Centrostephanus coronatus* con 2.96 %, *Diadema mexicana*, *Hexaplex (Muricanthus) nigritus* y *Pentaceraster cumingi* todas con 2.22 %, *Pharia pyramidata*, *Acanthaster planci* con 1.48 % e *Isostichopus fuscus* con 0.74 %. (Figura 20).

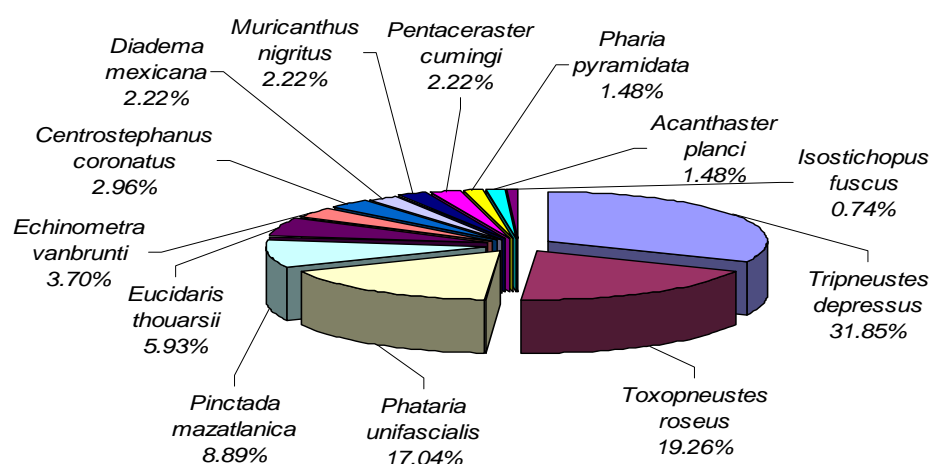


Figura 20.- Índice de Valor Biológico global para la comunidad de bivalvos, gasterópodos y equinodermos del archipiélago Espíritu Santo.

7.7.3 Riqueza global de especies

De manera general, en la gráfica de riqueza de especies (Figura 21) es posible observar que los equinodermos tuvieron una mejor representación de especies que los moluscos, en todas las localidades, con un mayor número de especies en localidades del litoral semiprotectido que en el expuesto.

Del grupo de los equinodermos, las especies *Tripneustes depressus*, *Toxopneustes roseus* y *Phataria unifascialis* y de los moluscos, *Pinctada mazatlanica*, y *Hexaplex (Muricanthus) nigritus* estuvieron presentes en las nueve localidades de estudio (Figura 19).

La riqueza de especies más elevada se registró en la localidad Isla El Gallo con 18 especies, de estas, 14 correspondieron a equinodermos y cuatro a moluscos; la riqueza más baja se observó en El Islotito con seis especies de equinodermos y dos de moluscos.

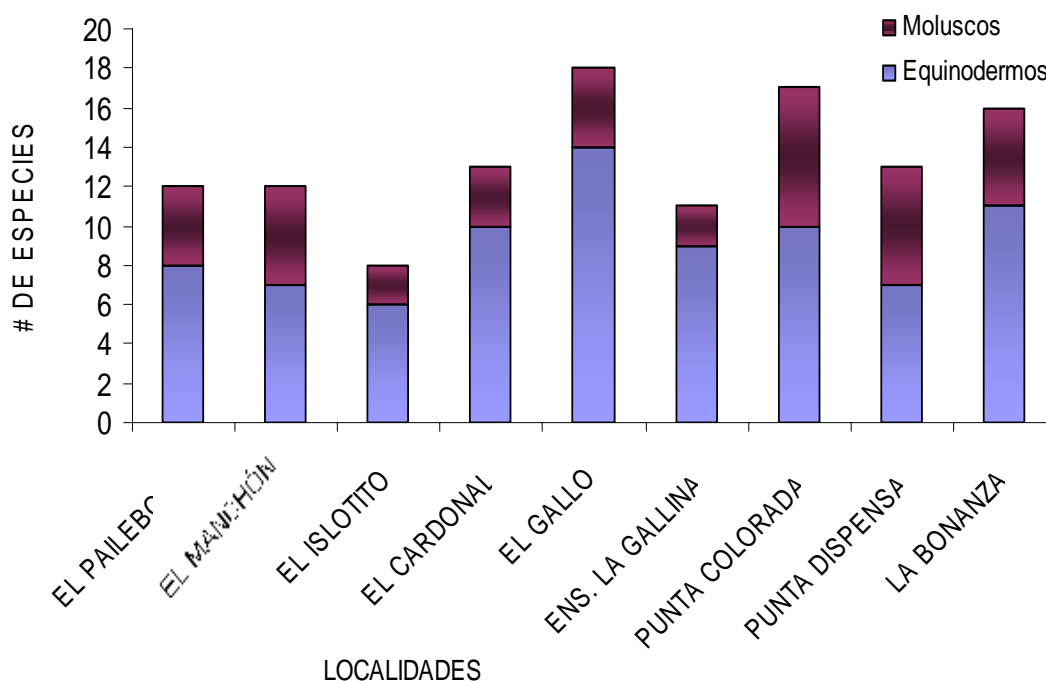


Figura 21.- Riqueza de especies global de bivalvos, gasterópodos y equinodermos en cada una de las localidades de muestreo.

7.7.4 Diversidad y equidad

Mediante la diversidad y la equidad global se detectó un patrón de variabilidad espacial que muestra una cierta tendencia con valores bajos en la zona expuesta (El Pailebote, El Manchón y El Islotito) y niveles altos a medios en el litoral semiprotegido (Isla El Gallo, Punta Colorada, Punta La Dispensa y Punta La Bonanza) frente a la bahía de La Paz, con la sola excepción de Ensenada La Gallina que tuvo diversidad y equidad baja a pesar de ser una zona muy protegida. Existe una alta correlación entre el comportamiento de la diversidad y la equidad global ($r = 0.987$) en cada una de las localidades del archipiélago. Los valores de diversidad y equidad más elevados se obtuvieron en la localidad El Cardonal con 2.270 bits/ind y 0.620, respectivamente, seguida de Punta La Bonanza con valores muy parecidos (2.212 bits/ind y 0.553), los valores más bajos se presentaron en El Pailebote con 0.330 bits/ind y 0.10 respectivamente. Mediante una prueba de Tuckey ($P < 0.05$) se encontró que la localidad El Cardonal, con un valor de diversidad más elevado, difiere significativamente de todas las localidades excepto de Punta La Bonanza debido a que esta última tiene un valor de diversidad y equidad semejante (Figura 22).

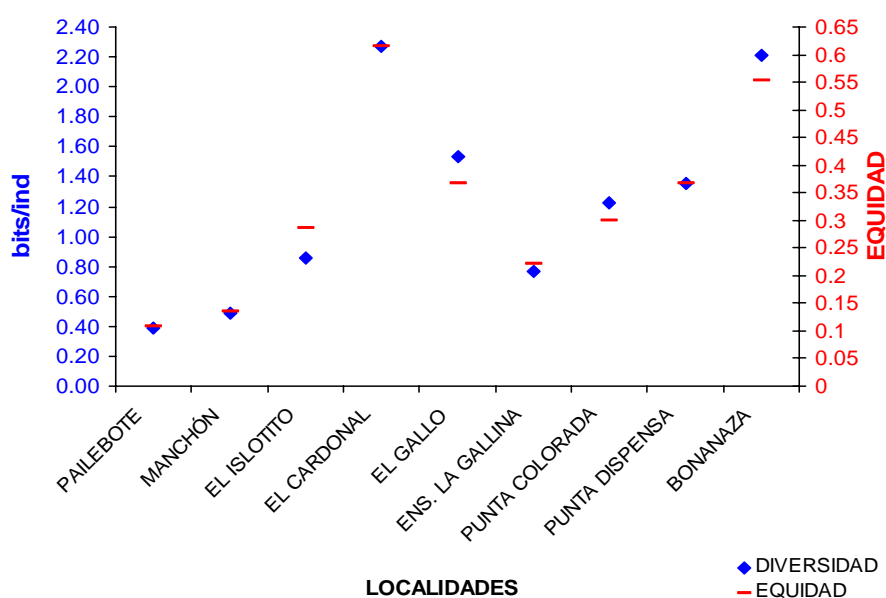


Figura 22.- Comportamiento de la diversidad y la equidad global en cada una de las localidades de muestreo en el archipiélago Espíritu Santo.

7.7.5 Similitud global

El análisis de clasificación permitió distinguir la formación de dos grupos, a un nivel de similitud del 62 %. Un primer grupo formado por El Cardonal, El Islotito, Isla EL Gallo y El Pailebote ubicadas en la región norte, presentan sustrato predominantemente rocoso y de pendiente pronunciada.

Un segundo grupo formado por Punta La Dispensa, Punta La Bonanza y Punta Colorada ubicadas en la porción sur del archipiélago con sustrato mixto e intensidad de oleaje bajo, con abundantes colonias de coral pétreo, a estos grupos se agregan Ensenada La Gallina y El Manchón a niveles de similitud más bajos. En base a este resultado es posible deducir un patrón espacial entre las localidades de acuerdo a su composición faunística y densidad de las especies (Figura 23).

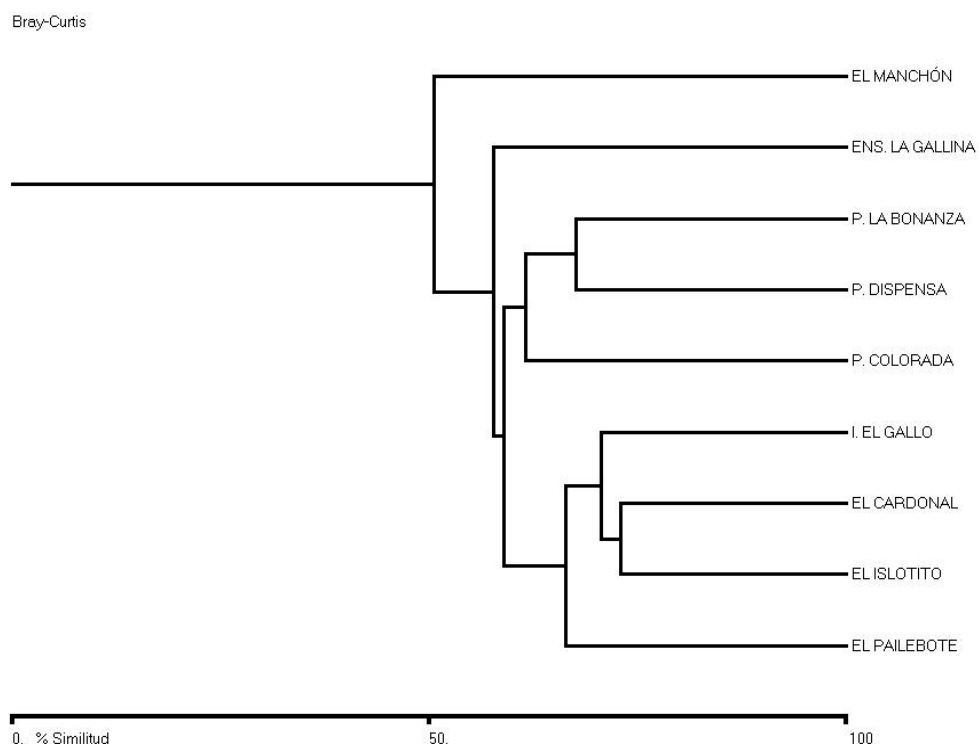


Figura 23.- Dendrograma de similitud entre las localidades estudiadas en el archipiélago Espíritu Santo.

7.7.6 Componentes principales

Esta técnica fue empleada para tratar de entender mejor el patrón de variabilidad espacial, ya antes descrito por los índices de riqueza de especies (S), diversidad (H'), equidad (J') y similitud de Bray-Curtis y ver como se estructuran las localidades en base a la asociación de sus componentes faunísticos e inferir algún posible gradiente ambiental. La matriz de datos globales se trabajó en modo Q, con datos originales y estandarizados por varianza covarianza.

7.7.6.1 Análisis de la composición faunística

El 99.85 % de la varianza fue explicada con tres componentes (Tabla 9), lo cual indica una buena solución, tratándose de material biológico. Este resultado es muy importante ya que si el análisis logra explicar la mayor variancia con un menor número de componentes, permite dar una mejor interpretación al resultado.

El primer componente es el de mayor relevancia ya que representa el mayor porcentaje con 95.06 %, el segundo y tercer componente son de menor importancia comparándolos con el primero ya que juntos explican el 4.79 % de la variancia; aunque esto no significa que no tenga importancia ecológica ya que cuando graficamos el componente I vs II obtenemos una estructuración bastante interesante (Figura 24). El 0.15 % de la variancia restante fue explicado por seis componentes que no son de importancia en el análisis.

Tabla 9.- Resultado del análisis de componentes principales para la comunidad de invertebrados bentónicos.

COMPONENTES	VARIANCIA EXPLICADA %	ACUMULADA
COMPONENTE I	95.06	95.06
COMPONENTE II	4.33	99.39
COMPONENTE III	0.46	99.85
TOTAL	99.85	

En el plano bidimensional es posible observar que existe una estructuración vertical bien definida entre las localidades, originada por las diferencias en la abundancia. La estructuración de las localidades en el eje 1 fue influenciada por las especies *Eucidaris thouarsii* y *Tripneustes depressus* con eigenvalores de 0.989 y -0.144 respectivamente.

La Ensenada La Gallina se separa del resto significativamente hacia la derecha de este eje, lo cual posiblemente se debe a que se ubica dentro de una ensenada muy protegida y la especie *Eucidaris thouarsii* que tiene el mayor eigenvalor abunda más en esta localidad que en ninguna otra, además es el sitio con la mayor cantidad de individuos (3,549 ind).

La estructuración de las localidades en el eje 2 fue influenciada por las mismas especies que en el eje 1 pero con eigenvalores invertidos (*Tripneustes depressus* 0.966 y *Eucidaris thouarsii* 0.145) que se ajusta perfectamente a un gradiente influenciado por la abundancia de *T. depressus* en cada localidad.

El Pailebote se ubicó en el extremo superior del eje 2 debido a que esta especie presentó su mayor abundancia en ella con 976 ind., lo cual puede ser explicado por su ubicación en el litoral expuesto rocoso con condiciones ambientales propicias para el desarrollo de esta especie; así mismo, en esta localidad se registró la menor diversidad del estudio.

A partir de esta localidad la abundancia de *T. depressus* va disminuyendo gradualmente hasta el extremo inferior del eje en donde se ubica la localidad El Cardonal que presentó la menor abundancia de esta misma especie con 163 ind. y la mayor diversidad del estudio.

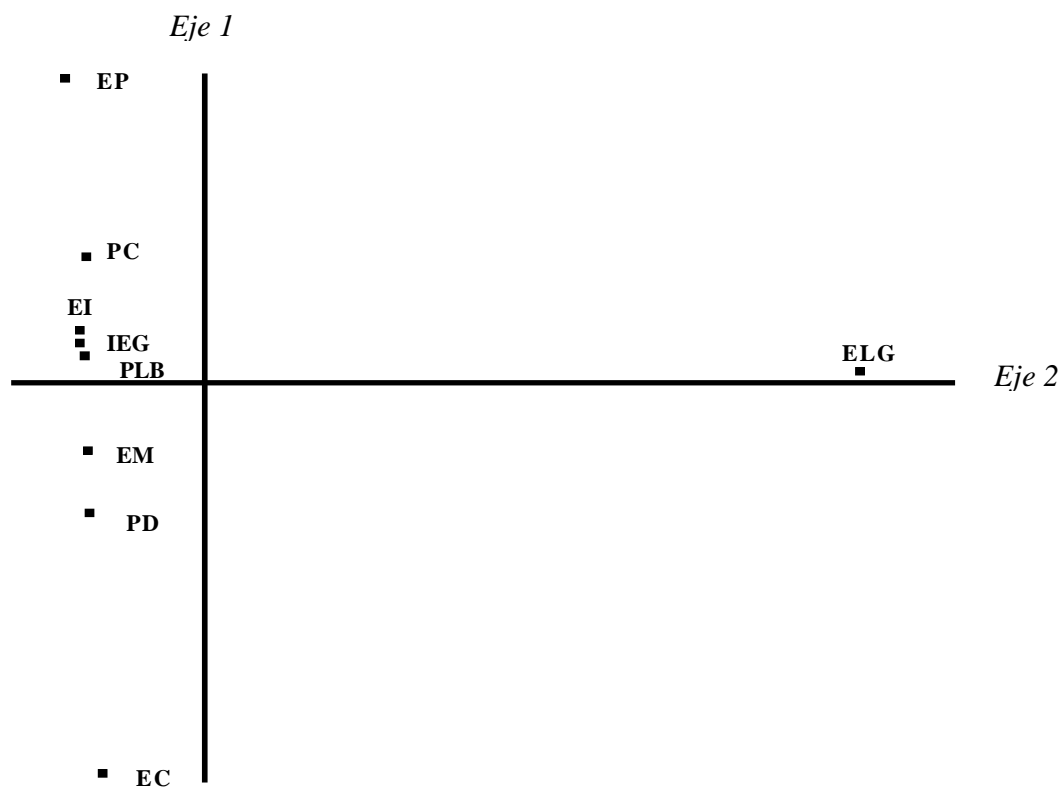


Figura 24.- Gráfico bidimensional del análisis de componentes principales para la composición faunística de las nueve localidades de muestreo EP=El Pailebote, PC=Punta Colorada, EI=El Islotito, IEG=Isla El Gallo, PLB=Punta La Bonanza, EM=El Manchón, PD=Punta Dispensa, EC=El Cardonal, ELG=Ensenada La Gallina.

7.7.6.2 Relación de factores ambientales e indicadores estructurales

Los resultados del análisis de componentes principales para los indicadores estructurales de la comunidad y los factores ambientales mostraron que con tres componentes fue posible explicar el 87.33 % de la variancia acumulada. El primero fue el de mayor relevancia con el 43.94 %, el segundo explicó el 32.25 % (Tabla 10).

Tabla 10.- Resultado del análisis de componentes principales para los factores ambientales e indicadores estructurales.

COMPONENTES	VARIANCIA EXPLICADA %	ACUMULADA
COMPONENTE I	43.94	43.94
COMPONENTE II	32.25	76.19
COMPONENTE III	11.14	87.33
TOTAL	87.33	

La estructuración de las localidades sobre el componente 1 es debida principalmente a la influencia que tiene, en primer instancia, la exposición al oleaje y en menor grado el tipo de sustrato y la pendiente (eigenvalores -0.485, 0.474 y -0.456 respectivamente). En el componente 2 la estructuración de las localidades esta dada principalmente por la diversidad, seguida por la abundancia, equidad y la riqueza de especies (eigenvalores 0.499, -0.482, 0.465 y 0.414 respectivamente).

El arreglo de las localidades en el plano bidimensional permite observar la influencia de dos factores principales: el grado de exposición al oleaje y el nivel de diversidad de cada sitio; bajo este contexto se observa un gradiente unidireccional que inicia en las localidades El Cardonal, Punta La Bonanza, Punta Colorada y Punta Dispensa las cuales se ubicaron en una zona protegida del archipiélago con las diversidades más altas del estudio; siguiendo el sentido del gradiente las localidades Isla El Gallo y El Islotito presentaron diversidades media y baja, respectivamente, en una zona semiprottegida.

Por su parte en El Pailebote y El Manchón registraron las diversidades más bajas del estudio localizadas en la zona expuesta. Ensenada La Gallina con una diversidad baja se aleja de la dirección del gradiente ya que se situó en una zona muy protegida (Figura 25).

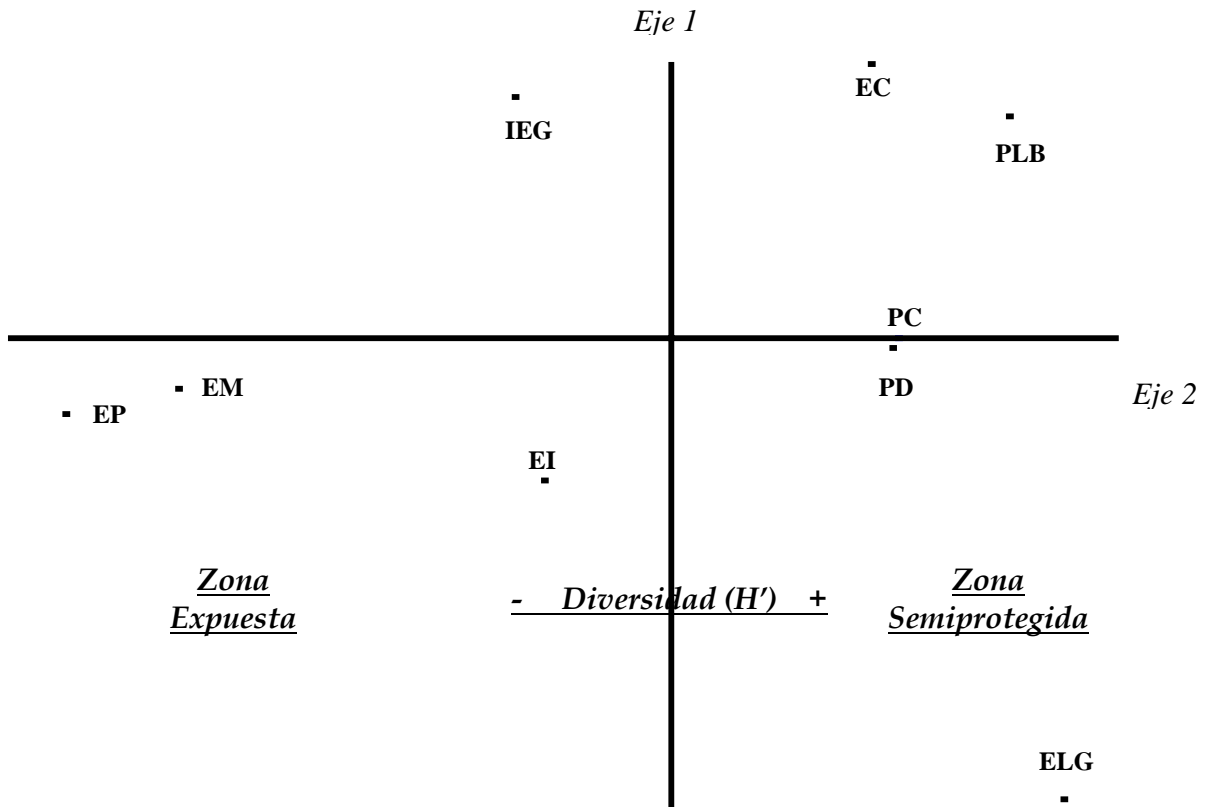


Figura 25.- Gráfico bidimensional del análisis de componentes principales para las nueve localidades de muestreo EP=El Pailebote, PC=Punta Colorada, EI=El Islotito, IEG=Isla El Gallo, PLB=Punta La Bonanza, EM=El Manchón, PD=Punta Dispensa, EC=El Cardonal, ELG=Ensenada La Gallina.

8.- DISCUSIÓN

8.1 Estructura de la comunidad bentónica

En los últimos años, los macroinvertebrados bentónicos han sido estudiados bajo diferentes perspectivas; una es la ecológica como bioindicadores de la variabilidad ambiental (Riascos, 2002), en la industria farmacéutica en la búsqueda de nuevos medicamentos (Carballo *et al.*, 2002) y las de evaluación para una explotación sustentable (Rodríguez-Valencia *et al.*, 2002).

En este estudio se abordan cuestiones básicas sobre composición y estructura de la comunidad de gasterópodos, bivalvos y equinodermos, que son parte elemental en la epifauna del submareal (Mille-Pagaza *et al.*, 1994; Reyes-Bonilla, 1995; Solís-Marín *et al.*, 1997; Holguin-Quiñones *et al.*, 2000); y analizando de forma integral la composición faunística y distribución de la abundancia de las especies, se logró evidenciar un patrón de variabilidad espacial controlado por una serie de factores ambientales locales.

8.2 Censos visuales

Los censos visuales sobre un transecto en banda, son una técnica de muestreo sistemático, sencilla y de evaluación directa, obteniendo con rapidez registros de las especies y sus abundancias en espacio y tiempo, permitiendo realizar repeticiones; cualidades por las que se encuentra en auge, debido a que refleja la composición de las especies conspicuas en la comunidad y la distribución de sus abundancias, además no modifica las asociaciones biológicas ni su entorno, porque los organismos solo son censados.

Este tipo de muestreo es empleado frecuentemente para comunidades ícticas, de igual forma es empleado en el estudio de comunidades de macroinvertebrados bentónicos (Conquest *et al.*, 1996; Holguin-Quiñones *et al.*, 2000). Sin embargo, en su funcionamiento pueden influir la transparencia del agua, corrientes marinas y el viento; y por su misma naturaleza, el método va dirigido a especies epifaunales dando cabida a un sesgo, a causa de que las especies infaunales o crípticas tienen una baja probabilidad de ser incluidas en el censo.

8.3 Variables ambientales

Las variables ambientales como la temperatura y la salinidad modulan los cambios temporales de la comunidad bentónica en menor grado que el tipo de sustrato, factor principal que influye en la distribución de los organismos de fondos someros (Domínguez-Orozco y Tripp-Quezada, 1997).

8.3.1 Temperatura

El comportamiento de la temperatura superficial del mar durante el periodo estudiado correspondió al promedio patrón anual descrito para la bahía de La Paz, que se distingue por dos épocas (Anónimo, 2001), una cálida (verano septentrional) en la cual la temperatura alcanzó su máximo en octubre de 2001, con 28.5°C y la otra templada (invierno septentrional) en enero de 2002, con 21°C.

La relación que guardó el comportamiento de la temperatura superficial del mar con respecto a la abundancia total y diversidad ecológica trimestral y por épocas no fue significativa; este suceso es muy parecido al registrado por Domínguez-Orozco (1996) y Landa-Jaime (2003) para macromoluscos bentónicos de fondos blandos.

8.3.2 Salinidad

El archipiélago Espíritu Santo está ubicado justo al norte del Trópico de Cáncer (Anónimo, 2001), bajo un clima desértico en donde la evaporación media anual excede a la precipitación, lo que causa un aumento en la salinidad. Aunado a esto, el aporte de agua dulce por ríos es nulo (Jiménez-Illescas *et al.*, 1997); en contraposición a lo anterior, la salinidad registrada en el estudio no manifestó grandes cambios, presentando pocas fluctuaciones durante el periodo con promedio de 35‰; lo cual no tuvo efecto alguno sobre la distribución temporal de la abundancia de los organismos en la comunidad bentónica estudiada.

8.3.3 El sustrato y su función ecológica

El sustrato, en su papel de factor ecológico constituye uno de los reguladores elementales de las comunidades bentónicas. Su caracterización y distribución espacial permiten establecer correlaciones con las asociaciones biológicas que en él se desarrollan, posiblemente más que la temperatura y la salinidad, como fue constatado en este estudio (Figuras 13, 14 y 24).

La heterogeneidad ambiental del litoral del archipiélago es producto de varios factores tales como los patrones de corrientes litorales generados por vientos y mareas, la fisiografía costera, el transporte y depositación de sedimentos. (Alvarez-Arellano y Murillo-Jiménez, 1989; Jiménez-Illescas *et al.*, 1997; Halfar *et al.*, 2001). Estos procesos determinan la distribución espacial del sustrato y a su vez las características de los hábitats que habrán de existir.

Las asociaciones entre los grupos y la presencia o ausencia de algunas especies en los grupos están intrínsecamente relacionadas con la distribución espacial y características del sustrato (Yoshida y De Alba, 1977). Tal como lo señala el análisis de componentes principales en el que las variables ambientales como la

exposición al oleaje y el tipo de sustrato son los factores más importantes que controlan la distribución de estos organismos.

La roca fue el sustrato dominante; cubrió el 74.42% de la superficie estudiada. La especie de mayor influencia en comunidades asentadas en el sustrato rocoso, tanto del litoral expuesto como semiprotegido fue *Tripneustes depressus*. Este patrón ha sido observado en las costa oriental de Baja California Sur (Holguín-Quiñones *et al.*, 2000) y en costas ecuatorianas (Sonnenholzner y Lawrence, 2002).

Esta especie fue menos dominante en localidades donde lo fue *Toxopneustes roseus* que presenta una distribución espacial limitada a zonas donde coexistía hábitat de arena gruesa y conchas de moluscos fragmentadas (50%) y roca (50%); esto fue observado en El Cardonal y Ensenada La Gallina.

Así, las asociaciones faunísticas de cada sitio parecen estar definidas por una serie de factores ambientales entre los que destacan la exposición al oleaje y el tipo de sustrato (Olabarria *et al.*, 2001). En la zona de estudio se identificaron tres tipos de hábitats diferenciados básicamente por la composición del sustrato y el nivel de exposición al oleaje.

El primero lo constituyó una zona con predominancia rocosa de pendiente pronunciada; representada por las localidades: El Pailebote, EL Manchón y El Islotito, que se caracterizó por la dominancia de especies herbívoras y diversidad baja (zona expuesta).

El segundo, por una zona de sustrato más heterogéneo de pendiente suave y diversidad más alta, compuesto por: El Manchón, Isla El Gallo, Punta Colorada, Punta Dispensa y Punta La Bonanza (zona semiprotegida); y el tercero se caracterizó por un sustrato heterogéneo de pendiente muy suave de diversidad baja representado por Ensenada La Gallina (zona protegida).

8.4 Cambios temporales en la estructura comunitaria

La estructura comunitaria es básicamente la expresión de las variaciones poblacionales de las especies que la conforman, y la respuesta de esas poblaciones a los cambios ambientales (Attrill y Depledge, 1997) lo cual da cierta complejidad y variabilidad a las comunidades biológicas, dificultando la interpretación, predicción y descripción.

Mediante la exploración y el análisis de la estructura de la comunidad bentónica, se busca detectar cambios o persistencias espaciotemporales de las asociaciones naturales de la comunidad; analizando la variación de los indicadores estructurales (diversidad (H'), equidad (J) y riqueza de especies) en tiempo y espacio. La comunidad de macroinvertebrados bentónicos no presentó cambios significativos durante el tiempo, esto pudo deberse a que los procesos de dispersión, reproducción y reclutamiento de las poblaciones que integran la comunidad bentónica, están ajustados a una escala temporal mayor que la estudiada (Figuras 11, 15 y 17).

8.5 Cambios espaciales en la estructura comunitaria.

La escala espacial mostró variaciones, evidenciando la existencia de un gradiente espacial en los indicadores estructurales del litoral, demostrando su funcionalidad como descriptores ecológicos de la comunidad (Figuras 12, 16 y 18).

8.5.1 Abundancia y densidad

En el archipiélago la mayor abundancia y densidad correspondieron a dos especies *Tripneustes depressus* y *Eucidaris thouarsii*; diversos estudios revelan la adaptación de ciertos organismos para colonizar y dominar con éxito ambientes, en ocasiones extremos (Landa-Jaime, 2003; Reyes-Bonilla, 1995).

El grupo de macroinvertebrados bentónicos de fondos someros más abundante fue el de equinodermos, además presentó la mayor cantidad de especies e individuos lo que posiblemente sea el reflejo de la menor extracción a la que están sujetas, en esta y otras zonas; como la bahía de Loreto en Baja California Sur (Holguin-Quiñones *et al.*, 2000); debido a que son muy pocas las especies de importancia comercial de este grupo.

En B.C.S. se cuenta con registros de dos especies que han sido objeto de explotación, el erizo rojo (*Strongylocentrotus franciscanus*) y el pepino de mar (*Isostichopus fuscus*); pero esta ha sido desmedida como en otros tantos casos de especies de moluscos (Holguin-Quiñones y García-Domínguez, 1997).

Las especies de gasterópodos y bivalvos encontradas en el transecto pueden considerarse como escasas en el archipiélago Espíritu Santo debido a su baja frecuencia de aparición y abundancia; en zonas más alejadas de la ciudad de La Paz como la Isla San José las especies de este grupo han sido observadas en mucha mayor abundancia por un método de evaluación muy similar (Holguin-Quiñones y González-Medina, 2003).

Durante el periodo de estudio no fue común observar organismos pequeños de equinodermos y moluscos, a la profundidad de entre cuatro y seis metros. Sonnenholzner y Lawrence (2002), observan también la ausencia de organismos pequeños para poblaciones de *T. depressus* en costas ecuatorianas, lo que sugiere que el reclutamiento de estos organismos bentónicos posiblemente ocurre fuera del intervalo de profundidad estudiado y que los procesos de emigración e inmigración deben tener un papel muy importante en las poblaciones que integran la comunidad (Souza *et al.*, 1997).

8.5.2 Composición de especies

La bahía de la Paz se encuentra en una zona de transición entre dos provincias zoogeográficas marinas: la Californiana y la Panámica, en la cual existe una zona importante de recambio de especies pertenecientes a diferentes phyla entre las latitudes 24° y 25° N (Santamaría-del Ángel *et al.*, 1994), es por esto considerada por varios investigadores como una zona de elevada riqueza. No obstante, la comunidad de moluscos y equinodermos bentónicos de la franja costera del archipiélago no reflejó una elevada riqueza, representada solamente por 14 y 18 especies, respectivamente.

La riqueza de especies determinada en este estudio comprende un bajo porcentaje de las registradas para estos grupos en la bahía de La Paz. Los equinodermos representaron un 19.57 %, los bivalvos un 7.50 % y los gasterópodos tan solo el 2.89 % del total de especies registradas para la bahía. Aunque cabe señalar que la elevada riqueza de especies que se cita para la bahía de La Paz puede ser un resultado derivado del intenso esfuerzo y diversas metodologías de muestreo empleadas (Solís-Marín *et al.*, 1997).

En trabajos realizados para el archipiélago Espíritu Santo, Sosa Gómez (1998) y Cortés Fernández (1999) citaron 15 especies de asteroideos y 10 de ofiuroideos, respectivamente, mediante un intenso esfuerzo de muestreo en una pequeña isla del archipiélago denominada Los Islotes. En nuestro estudio se identificaron ocho especies de asteroideos de las 15 citaron por Sosa-Gómez, (1998), las siete especies restantes se distribuyen a profundidades mayores que la estudiada. Solamente se identificó una especie epibentónica de los ofiuroideos.

De bivalvos se identificaron nueve especies y cinco de gasterópodos. Existe un trabajo de Keen (1964) para moluscos de fondos suaves recolectados con una draga de arrastre por debajo de los 10 metros en el cual describe un gran número

de especies para dos localidades del archipiélago; de todas estas especies, solo *Anadara multcostata* se presentó en nuestro estudio.

Se ha comprobado que en las comunidades de invertebrados marinos, los hábitats físicamente más complejos contienen más especies que los menos complejos (Downes *et al.*, 2000). De una de las islas menores del archipiélago denominada El Gallo, se obtuvieron casi todas las especies de equinodermos (14 especies) y la mitad de las de moluscos (4 especies), por lo que fue la localidad de más alta riqueza.

El sitio de muestreo de la Isla El Gallo se ubicó en una zona semiprotegida, con sustrato rocoso de forma muy irregular y de pendiente pronunciada, la periferia de la base de esta isla a mayor profundidad esta cubierta por sustrato arenoso; esta pequeña isla está mayormente influenciada, que el resto de las localidades del litoral occidental del archipiélago, por una masa de agua transicional que se genera por el encuentro dentro de la bahía de La Paz de dos cuerpos de agua de características hidrológicas diferentes (Álvarez-Arellano y Murillo-Jiménez, 1989). Las características topográficas, oceanográficas y el mismo aislamiento son posibles causas para que haya presentado la mayor riqueza.

Las variaciones específicas en las localidades, pueden ser atribuidas también al factor antropogénico que puede llegar a ser una limitante en la distribución de los organismos, la sobreexplotación ocasiona cambios en la composición de especies restringiendo a los organismos a áreas de menor acceso (Raffaelli y Hawkins, 1996; Vázquez-Domínguez, 2000).

De las 32 especies identificadas, 11 especies tiene importancia comercial: el pepino de mar *Isostichopus fuscus*, actualmente bajo normas de protección por la sobreexplotación a que se le ha sometido, el caracol chino *Hexaplex (Muricanthus) nigritus*, la madreperla *Pinctada mazatlanica*, el callo de hacha *Pinna rugosa* y las

almejas *Anadara multcostata* y *Chione tumens*; otras especies que se comercializan localmente en tiendas de artesanías son las estrellas de mar *Phataria unifascialis*, *Pentaceraster cuminigi* y *Heliaster kubiniji* (Holguin-Quiñones *et al.*, 2000) todas estas especies tuvieron densidades bajas. Otra especie que destaca por su alto potencial es el erizo café de espinas cortas *Tripneustes depressus* con altas densidades.

8.5.3 Dominancia

El análisis temporal de la estructura de la comunidad, a partir del IVB, muestra ciertas variaciones en el orden de importancia de las especies, aunque la asociación mensual estuvo compuesta siempre de las mismas especies.

El IVB global muestra a las especies más importantes de los fondos someros por su abundancia y persistencia espacial. Sobresalieron 13 de las 32 especies identificadas en el estudio, de las cuales fueron 11 equinodermos, un bivalvo y un gasterópodo; entre estas se distinguen tres especies: *Tripneustes depressus*, *Toxopneustes roseus* y *Phataria unifascialis* (Figura 19 y 20). Este grupo de especies tuvo una presencia y dominancia (dominancia simple) constante a lo largo del litoral, aunque la distribución de sus abundancias fue diferencial, sin embargo se pueden considerar como una asociación de especies representativa de los fondos someros del archipiélago (Figura 19).

La especie *Tripneustes depressus* tuvo una presencia constante a lo largo del litoral, fue la dominante en siete localidades de fondos predominantemente rocosos; su máxima densidad ha sido observada de 2 a 3 m de profundidad con un progresivo decremento conforme aumenta la profundidad; es una de las especies de erizos herbívoro más abundante de las costas protegidas y expuestas (Sonnenholzer y Lawrence, 2002).

El mayor coeficiente simple de dominancia se presentó en la localidad El Pailebote, razón por la que esta localidad presentó la menor diversidad y equidad del estudio, en contraparte tuvo su menor abundancia en El Cardonal localidad que registró la mayor diversidad y equidad.

La segunda especie en importancia fue *Toxopneustes roseus*, se le observó habitando sustrato de arena gruesa y depósitos calcáreos compuestos por fragmentos de conchas de moluscos, esqueletos de erizos y corales pétreos; estos materiales los utiliza el erizo aparentemente para protegerse, sosteniéndolos con los pedicelarios, en algunas ocasiones llega a cubrir todo su cuerpo. Esta conducta puede ser antidepredatoria, ya que algunas veces llega a mimetizarse con el fondo (obs. pers.). Su mayor dominancia la presentó en la localidad El Cardonal y fue la segunda en Ensenada La Gallina. Esta especie tuvo mayor dominancia en las localidades donde no lo fue *Tripneustes depressus*.

La estrella de mar *Phataria unifascialis* es principalmente herbívora aunque también se alimenta de detritos (Brusca, 1980) y la madreperla *Pinctada mazatlanica*, especie filtradora, fueron la tercera y cuarta especies en importancia dentro de la comunidad, presentes en todas las localidades sobre sustrato rocoso, con abundancias y tendencias a ocupar hábitat muy similares incrementando su presencia en las zonas semiprotegidas.

Otra especie que sobresale es *Eucidaris thouarsii*, la segunda más abundante en el estudio, pero con frecuencia de aparición bastante baja, es la quinta en orden de dominancia, confinada a la localidad Ensenada La Gallina ubicada en la zona más protegida del estudio; es una especie coralívora (Glynn *et al.*, 1979), se le observó en altas densidades habitando covachas de la base muerta del coral *Pocillopora verrucosa*.

8.5.4 Diversidad y equidad

Las variaciones espaciales y temporales de la fauna de moluscos y equinodermos del litoral somero del archipiélago Espíritu Santo reflejan el nivel de complejidad y estructura del sistema ecológico y pueden ser inferidos por análisis univariados como la diversidad (Magurran, 1988) y la equidad.

Estos indicadores estructurales reflejan el grado de constancia ambiental a que está sometida una comunidad fuertemente conectada con el ambiente abiótico (Alcolado, 1998). La determinación de la diversidad de especies y la equidad han sido comúnmente utilizadas en el medio marino para evaluar los impactos por disturbios en sedimentos (Gray, 2000).

La diversidad ecológica tiende a ser tan baja en islas oceánicas como en las áreas continentales con ambientes similares (Pielou, 1975). La localidad con la mayor diversidad fue El Cardonal seguida muy de cerca por Punta La Bonanza (zona semiprotegida) y las más bajas se registraron en El Pailebote (zona expuesta) y Ensenada La Gallina (zona protegida).

Las pruebas estadísticas indicaron que no hubo una tendencia significativa en la distribución temporal de la diversidad y la equidad, sin embargo, se detectó un patrón de variación espacial. Los mayores niveles se presentaron en el litoral semiprotegido (frente a la bahía) y bajos en el litoral expuesto, describiendo de esta forma un gradiente de diversidad y equidad que circunda el litoral del archipiélago; con base en resultados de las pruebas multivariadas, la explicación posible se relaciona con la combinación de una serie de factores ambientales locales como el grado de exposición al oleaje, el tipo de sustrato y la pendiente.

Por ejemplo, el litoral oriental expuesto con niveles de diversidad y equidad bajos, de sustrato predominantemente rocoso de fuerte declive por la proximidad de las isobatas de 100-400m a la línea de costa (Jiménez-Illescas *et al*, 1997), mientras que el litoral occidental semiprotegido del archipiélago con niveles de diversidad y equidad de medios a altos; el sustrato es heterogéneo (roca, arena y material calcáreo) y presenta isobatas someras (50 m).

Otra característica es la dirección del transporte de masas de agua inducido por mareas que provienen del golfo de California llega a la altura de las localidades Punta La Bonanza y El Pailebote, se bifurca y presenta la mayor velocidad hacia el norte del archipiélago y entra a la bahía por la “boca grande”, mientras que una pequeña parte de la masa de agua se dirige hacia el sur y cae en una zona de retención y bajo transporte debido a la disminución de la profundidad. El resto de la corriente entra por el canal de San Lorenzo con altas velocidades (Jiménez-Illescas *et al*, 1997).

9.- CONCLUSIONES

1. La comunidad de macroinvertebrados bentónicos (moluscos y equinodermos) del archipiélago Espíritu Santo estuvo compuesta por 32 especies; 18 pertenecieron a equinodermos, nueve bivalvos y cinco a gasterópodos.
2. La especie que representó a la comunidad de equinodermos por su mayor abundancia, frecuencia de aparición y dominancia fue *Tripneustes depressus* y a la de moluscos *Pinctada mazatlanica*.
3. De acuerdo al Índice de Valor Biológico la dominancia en la comunidad estuvo representada por 13 especies de las 32 identificadas en el estudio: 11 equinodermos, un bivalvo y un gasterópodo.
4. La temperatura y la salinidad del agua superficial no parecen ser factor de cambio temporal en la abundancia total y diversidad de la comunidad.
5. En la región norte del archipiélago se observa mayor predominancia del sustrato rocoso, en la porción suroccidental del archipiélago existe mayor heterogeneidad del sustrato (arena, roca y material calcáreo).
6. No se encontraron cambios temporales significativos en los indicadores estructurales de la comunidad (Diversidad H' , equidad, J y riqueza de especies S), solo mostraron diferencias significativas entre localidades.
7. La localidad con la mayor diversidad (H') y equidad (J) fue El Cardonal seguida muy de cerca por Punta La Bonanza (zona semiprotegida) y las más

-
- bajas se registraron en El Pailebote (zona expuesta) y Ensenada La Gallina (zona protegida).
8. El índice de similitud de Bray-Curtis identificó un patrón espacial entre las localidades de muestreo, quedando separadas en dos grupos uno al norte del archipiélago compuesto por El Pailebote, El Manchón, El Islotito, El Cardonal y Isla El Gallo y el otro al sur, formado por Ensenada La Gallina, Punta La Dispensa, Punta Sur y Punta La Bonanza.
 9. Se identificaron tres tipos de hábitats en el litoral del archipiélago diferenciados básicamente por la composición del sustrato, el nivel de exposición al oleaje y la pendiente.
 10. Se observó un gradiente espacial de diversidad, equidad y riqueza de especies que empieza con niveles bajos en litoral expuesto y de medios a altos en el semiprotegido, exposición al oleaje, el tipo de sustrato y la pendiente parecen ser algunos de los factores más importantes que trazaron el gradiente espacial en el litoral del archipiélago Espíritu Santo.

10.- RECOMENDACIONES Y SUGERENCIAS

10.1 Metodología y análisis para estudios posteriores

a).- Es preciso incorporar otra técnica de muestreo como las dragas de arrastre y censos visuales a diferentes niveles de profundidad e incluir el estudio de la rugosidad del sustrato.

b).- Integrar otros grupos en el estudio de las comunidades bentónicas como corales y crustáceos.

c).- Incrementar el número de repeticiones, para de esta forma obtener una representatividad adecuada de la fauna macrobentónica conspicua y fijar el error de muestreo.

d).- Es necesario realizar investigaciones de mayor escala en espacio y tiempo para detectar persistencia o cambio en la estructura comunitaria.

e).- Es altamente recomendable hacer un análisis exploratorio de la comunidad mediante análisis de variancia a los indicadores estructurales (H' , J y S) básicamente para observar si existen o no, diferencias o cambios en la comunidad a lo largo del tiempo y el espacio muestreado.

10.2 Manejo y protección de la franja costera del archipiélago

a).- Establecer una vigilancia permanente y medidas para evitar el saqueo de especies silvestres bajo protección especial y regular el aprovechamiento de aquellas que presentan síntomas de sobreexplotación.

b).- Evaluar la situación actual de las poblaciones silvestres de *Tripneustes depressus*, *Toxopneustes roseus*, *Phataria unifascialis* y *Eucidaris thouarsii*, especies que por sus altas densidades son susceptibles de explotarse, para lo cual se requiere de conocimientos sobre dinámica poblacional y biología reproductiva.

c).- Con base a los resultados obtenidos, se advierte la gran necesidad de incrementar las investigaciones enfocadas a ampliar el conocimiento ecológico y biológico de las comunidades bentónicas, así como el efecto que causan las actividades antropogénicas en el litoral del archipiélago Espíritu Santo.

11.- BIBLIOGRAFÍA

Abbott, R.T. 1974. *American Seashell. The Marine Mollusca of Atlantic and Pacific Coasts of North America*. Van Nostrand Reinhold Co. New York, 663 p.

Abbott, R.T. y S.P. Dance. 1986. *Compendium of seashells*. American malacologists, Melbourne, FL and Burlington, MA. 411 p.

Abbott, D. P. y E. C. Hardeline. 1980. Mollusca. P 227-244. En: Morris H. R., D. P. Abbott y E. C. Hardelie (Eds). *Intertidal invertebrates of California*. Stanford University, Press, Stanford, California. 690 p.

Alcolado, M. P. 1998. Conceptos e índices relacionados con la diversidad. *Avicennia*. (8): 7-21.

Alvarez-Arellano, A.D. y J. Murillo-Jiménez. 1989. Cuerpos de agua inferidos a partir del registro micropaleontológico (Radiolario) en sedimentos superficiales del fondo marino de la bahía de La Paz, B.C.S., México. *An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nac. Autón. México*. 16(1):135-146.

Anónimo. 1978. *Diario Oficial de la Federación*. Decreto del dos de agosto. Declara la Zona de Reserva y Refugio de Aves Migratorias y de la Fauna Silvestre "Islas del Golfo de California". México, D.F.

Anónimo. 2000. *Diario Oficial de la Federación*. Acuerdo del siete de junio. Declara Área de Protección de Flora y Fauna "Islas del Golfo de California". México, D.F.

-
- Anónimo. 2001. *Programa de Manejo, Complejo Insular Espíritu Santo, México*. Componente del área de protección de flora y fauna islas del Golfo de California. SEMARNAT-CONANP, México. 194 pp.
- Aranda-Gómez, J. J. y J. A. Pérez-Venzor. 1986. Reconocimiento geológico de las Islas Espíritu Santo y La Partida, Baja California Sur. *Rev. Univ. Nac. Autón. México, Inst. Geología*. 6 (2): 103-116.
- Arreola, L. J. A. 1991. *Larvas de peces en la Ensenada de La Paz, B.C.S.* Tesis de Licenciatura. Universidad. Autónoma de Baja California. Sur, La Paz, B.C.S. México. 94 p.
- Arizpe, C. O. 1997. La Isla Espíritu Santo, B.C.S. 305-314. *En: Urbán R. J. y M. Ramírez (Eds). La bahía de La Paz, Investigación y Conservación*, UABCS, CICIMAR, SCRIPPS INST. OCEAN. La Paz B.C.S. 345.
- Attrill, M. J. y M. H. Depledge. 1997. Community and population indicators of ecosystem health: targeting links between levels of biological organization. *Aquatic Toxicology*. (38):183-197.
- Bourillón-Moreno, L., A. C. Díaz-Barriga, F. Eccardi-Ambrosi, E. Lira-Fernández, J. Ramírez-Ruiz, E. Velarde-González y A. Zavala-González 1988. *Islas del Golfo de California*. Secretaría de Gobernación/Universidad Nacional Autónoma de México. 292 p.
- Bray, J. R. y J. T. Curtis. 1957. An ordination of the upland forest communities of Southern Wisconsin. *Ecol. Monogr.* (27): 325-349.

-
- Bravo-Nuñez, E. 1991. Sobre la cuantificación de la diversidad ecológica. *Hidrobiológica*. 1 (1): 87-93.
- Brusca, R. C. 1980. *Common intertidal invertebrates of the Gulf of California*. Second edition. The University of Arizona press. 427 p.
- Callaway, R., J. Alsvag., I. de Boois., J. Cootter., A. Ford., H. Hinz, S. Jennings., I. Kröncke., J. Lancaster., G. Piet., P. Prince y S. Ehrinch. 2002. Diversity and community structure of epibenthic invertebrates and fish in the North Sea. *ICES Journal of Marine Science*. (59): 1199-1214.
- Carballo, J. L., Z. Hernández-Inda., P. Pérez y M. D. García-Grávalos, 2002. A comparison between two brine shrimp assays to detect *in vitro* cytotoxicity in marine natural products. *BMC Biotechnology*. (2):17.
- Casas Valdez, M. M., Cruz Ayala, M. B. y López, G. E., 1997, 83-92. Algas marinas bentónicas más abundantes en la bahía de La Paz, B. C. S. En: Urbán R. J. y M. Ramírez (Eds). *La Bahía de La Paz, Investigación y Conservación*, UABCS, CICIMAR, SCRIPPS INST. OCEAN. La Paz B.C.S. 345 p.
- Caso, M. E. 1979. Los equinodermos de la bahía de Mazatlán, Sinaloa. *An. Inst. Cienc. Mar. Limnol., Univ. Nal. Autón. México*. (6):197-368.
- Caso, M. E. 1986. Los equinodermos del Golfo de California colectados en las campañas SIPCO I-II-II, a bordo del B/O *EL Puma*. *An. Centro Cienc. Mar y Limnol., Univ. Nal. Autón. México*. (13): 91-184.
- Caso, M. E. 1994. Estudio morfológico, taxonómico, ecológico y distribución geográfica de los asteroideos recolectados durante las campañas oceanográficas Cortés 1,2,3. *An. Inst. Cienc. y Limnol., Univ. Nal. Autón. México*. (22): 101-119.

-
- Clark, H. L. 1948. A report of the echini of the warmer eastern Pacific, based on the collections of the Velero III. *Allan Hancock Pacific Exped.* (8):225-351.
- Conquest L., R. Burr, R. Donnelly, J. Chavarria y V. Gallucci. 1996. Sampling methods for stock assessment for small-scale fisheries in developing countries 179-225. *En: Gallucci, V. F., S. B. Saila., D. J. Gustafson and B. J. Rosthchild (Eds). Stock assessment quantitative methods and applications for small-scale fisheries.* Lewis Publishers. Florida. 527 pp.
- Cortés Fernández, H. 1999. *Los ofiuroideos (Echinodermata: Ophiuroidea) de Los Islotes, La Bahía de La Paz, B. C. S., México.* Tesis Profesional. Universidad. Autónoma de Baja California Sur, La Paz, B.C.S., México. 67 p.
- De la Cruz-Agüero, G. 1994. *Sistema para el análisis de comunidades ANACOM, Versión 3.0.* Depto. Pesquerías y Biología Marina. CICIMAR. IPN. México.
- Domínguez Orozco, A. L. 1996. *Aspectos ecológicos de los macromoluscos bentónicos en la Caleta de Balandra, Baja California Sur.* Tesis de Maestría, Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, IPN, La Paz, B.C.S., México. 56 p.
- Domínguez Orozco, A. L. y A. Tripp-Quezada. 1997. Estructura de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos de la Caleta de Balandra, Bahía de La Paz, B.C.S. 119-127. *En: Urbán R. J. y M. Ramírez (Eds). La Bahía de La Paz, Investigación y Conservación,* UABCS, CICIMAR, SCRIPPS INST. OCEAN. La Paz, B.C.S. 345 p.

-
- Downes, B. J., P.S. Lake, E. S. G. Schreiber y A. Glaister. 2000. Habitat structure, resources and diversity: the separate effects of surface roughness and macroalgae on stream invertebrates. *Oecologia*. (123):569-581.
- Durham, J. W., C. D. Wargner y D. P. Abbott. 1980. Echinoidea: The Sea Urchins. p 160-176. En: Morris H. R., D. P. Abbott y E. C. Hardelie (Eds). *Intertidal invertebrates of California*. Stanford University, Press, Stanford, California. 690 p.
- Espinoza-Alvalos, J. 1977. Los principales parámetros físico-químicos de las aguas de la Ensenada de la Paz, Baja California Sur. Resultados de las investigaciones 1977. Centro de Investigaciones Biológicas de Baja California. A. C. 5-27 p.
- Ezcurra, E. 2002 (a). La Bitácora. 105-118. En: Ezcurra E., H. Fujita., E. Hambleton y R. Ogarrio (Eds). *La Isla Espíritu Santo. Evolución, rescate y conservación*. Fundación Mexicana para la Educación Ambiental A. C. México.
- Ezcurra, E. 2002 (b). El Azar y La Supervivencia. 119-134. En: Ezcurra E., H. Fujita., E. Hambleton y R. Ogarrio (Eds). *La Isla Espíritu Santo. Evolución, rescate y conservación*. Fundación Mexicana para la Educación Ambiental A. C. México. pp.
- Ezcurra, E. 2002 (c). Vida y Evolución. 89-104 En: Ezcurra E., H. Fujita., E. Hambleton y R. Ogarrio (Eds). *La Isla Espíritu Santo. Evolución, rescate y conservación*. Fundación Mexicana para la Educación Ambiental A. C. México. pp.

-
- Felix-Pico, E. F. 1996. Las perlas del golfo de California: Historia, importancia y situación actual. *Revista COBACH La Paz, B.C.S.*, (17): 47-57.
- Field, J. G., K. R. Clark y R. M. Warwick. 1982. A practical strategy for analysing multispecies distribution patterns. *Mar. Ecol. Progr. Ser.*, 8:37-52.
- Fujita, H. 2002. Historia Arqueológica de Baja California Sur, 29-34. En: Ezcurra E., H. Fujita., E. Hambleton y R. Ogarrio (Eds). *La Isla Espíritu Santo. Evolución, rescate y conservación*. Fundación Mexicana para la Educación Ambiental A. C. México.
- Gray, J. S. 2000. The measurement of marine species diversity, with an application to the benthic fauna of the Norwegian continental shelf. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. (250): 23-49.
- Gotshall, D. W. 1987. *Marine Animals of Baja California. A guide to the common fishes and invertebrates*. Sea Challengers. Monterey, California. 112 p.
- Glynn, P. W., G. M. Wellington y C. Birkeland. 1979. Coral reef growth in the Galapagos: limitation by sea urchins. *Sci.* (203):47-49.
- Halfar, J., L. Godinez-Orta. G. A. Goodfriend. D. A. Mucciarone, J. C. Ingle Jr. y P. Holden. 2001. Holocene-late Pleistocene non-tropical carbonates sediments and tectonic history of the western rift basin margin of the southern Gulf California. *Sedimentary Geology*. 144: 149-178.
- Herrero-Perezrul, M. D. 1994. *Estudio comparativo de la reproducción de Isostichopus fuscus (Ludwig, 1875) y Neothyone gibosa (Deichman, 1941), en la Bahía de La*

-
- Paz, Baja California Sur, México*. Tesis de Maestría, Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, IPN, La Paz, B.C.S. México, 88 p.
- Holguin-Quiñones, O. E. y F. García-Domínguez. 1997. Lista anotada de las especies de moluscos recolectadas en la Bahía de La Paz, B.C.S. 93-117. *En: Urbán R. J. y M. Ramírez (Eds). La Bahía de La Paz, Investigación y conservación*, UABCS, CICIMAR, SCRIPPS INST. OCEAN. La Paz B.C.S. 345 p.
- Holguin-Quiñones, O. E., H. Wright-López y F. Solís-Marín. 2000. Astroidea, echinoidea y holothuroidea en fondos someros de la Bahía de Loreto, Baja California Sur, México. *Revista Biología Tropical*. 48(4): 749-757.
- Holguin-Quiñones, O. E., H. Wright-López y E. F. Félix-Pico. 2000. Moluscos intermareales y de fondos someros de la Bahía de Loreto, B.C.S., México, *Oceánides*. 15(2):91-115.
- Holguin-Quiñones, O. E. y F. González-Medina. 2003. "Variación espacio temporal de algunos macroinvertebrados (Gasteropoda, Bivalvia, Echinodermata y Cnidaria) de fondos someros rocosos de la Isla San José, Golfo de California". *IX Congreso de la Asociación de Investigadores del Mar de Cortés A. C. y el III Simposium Internacional sobre el Mar de Cortés*. La Paz B.C.S.
- Houston, R. S. 1980. Mollusca, 130-204. *En: Brusca, R. C (Ed.) Common Intertidal invertebrates of the Gulf of California*. University of Arizona Press, Tucson, Arizona. 513 p.

-
- Jiménez-Illescas, A. R. 1983. *Aplicación de un modelo numérico a la Ensenada de la Bahía de La Paz, B.C.S.* Tesis de Maestría. Centro de Investigación Científica de Educación Superior de Ensenada. Ensenada, B.C. 109p
- Jiménez-Illescas, A. R., M. Obeso-Niebla y D. Salas-León. 1997. Oceanografía física de la bahía de La Paz. 31-41. *En: Urbán R. J. y M. Ramírez (Eds). La Bahía de La Paz, Investigación y Conservación, UABCS, CICIMAR, SCRIPPS INST. OCEAN. La Paz B.C.S.* 345 p.
- Keen, A.M. 1964. Quantitative analysis of molluscan Collections from Isla Espiritu Santo, Baja California, Mexico. *Proc. Calif. Acad. Sci.* 30(9):175-206.
- Keen, A. M. 1971. *Sea shells of tropical West America. Marine mollusks from Baja California to Peru.* 2^a ed. Stanford University. Press. 1065 p.
- Kerstitch, A. 1989. *Sea of Cortez Marine Invertebrates. A guide for the Pacific coast Mexico to Ecuador.* Sea Challengers. Monterey, California. 115 p.
- Lampadariou, N., M. C. Austen., N. Robertson y G. Vlachonis. 1997. Analysis of meiobenthic community structure in relation to pollution and disturbance in Iraklion Harbour, Greece. *Vie Milieu.* 47 (1): 9-24
- Landa-Jaime, V. 2003. Asociaciones de moluscos bentónicos del sistema lagunar estuarino Agua Dulce/El Ermitaño, Jalisco, México. *Ciencias Marinas.* 29(2): 169-184.
- Ludwig, J.A. y J.F. Reynolds. 1988. *Statistical Ecology.* John Wiley & Sons, New York, 337p.

-
- Maluf, L. Y. 1988. *Composition and distribution of the Central Eastern Pacific Echinoderms*. Natural History Museum of Los Angeles. Technical Reports. (2): 242 p.
- Magurran, A. E. 1988. *Ecological diversity and its measurement*. Princeton University Press. New Jersey. 179 p.
- McAleece, N. 1997. *Biodiversity professional beta*. The Natural History Museum & The Scottish Association of Marine Science.
- Mille-Pegaza, S. R., A. Pérez-Chi. y O. E. Holguin-Quiñones. 1994. Fauna malacológica bentónica del litoral de Isla Socorro, Revillagigedo, México. *Ciencias Marinas*. 20(4): 467-486.
- Morris, P. A. 1966. *A field guide to shells of the Pacific coast and Hawaii including shells of the Gulf of California*. The Peterson field guide series. Houghton Mifflin Co. Boston, 297 p.
- Ogarrio, R. 2002. Rescate y Conservación. 135-141. *En: Ezcurra E., H. Fujita., E. Hambleton y R. Ogarrio (Eds). La Isla Espíritu Santo. Evolución, rescate y conservación*. Fundación Mexicana para la Educación Ambiental A. C. México.
- Olabarria, C., J. L. Carballo y C. Vega. 2001. Cambio espaciotemporal en la estructura trófica de asociaciones de moluscos del intermareal, rocoso en un sustrato tropical. *Ciencias Marinas*. 27(2): 235-254.

-
- Parker, R. H. 1964. *Zoogeography and ecology of some macroinvertebrates, particularly mollusks, in the Gulf of California and the continental slope of México*. Vidensk. Medd. Fra. Dansk Naturh. Foren., 126,178.
- Pielou, E. C. 1975. *Ecological Diversity*. Wiley Interscience, Nueva York. 142 p.
- Pielou, E. C. 1977. *Matemática Ecológica*. Wiley Interscience. Nueva York. 385 p.
- Poutiers, J. M. 1995a. Bivalvos, 99-222. *En*: Fischer, W.; Krupp, F., Sommer, C., Carpenter, K. E. Y Niem, V. H. 1995. *Guía FAO para la identificación de especies para fines de la pesca*. Pacífico centro-oriental Vol. I. Plantas e invertebrados. Roma, FAO, 646 pp.
- Poutiers, J. M. 1995b. Gasterópodos, 223-304. *En*: Fischer, W.; Krupp, F., Sommer, C., Carpenter, K. E. Y Niem, V. H. 1995. *Guía FAO para la identificación de especies para fines de la pesca*. Pacífico centro-oriental Vol. I. Plantas e invertebrados. Roma, FAO, 646 pp.
- Raffaelli, D. y S. Hawkins. 1996. *Intertidal Ecology*. Chapman & Hall. 356 p.
- Reyes-Bonilla, H. 1995. Asteroidea and echinoidea (Echinodermata) of Isla San Benedicto, Revillagigedo archipelago, México. *Rev. Inv. Ser. Cienc. Mar. Universidad Autónoma de Baja California Sur*, 6(1-2): 29-38.
- Riascos, J. M. 2002. Cambios en el macrobentos de playa arenosa durante "El Niño" 1997-98 en la Bahía de Málaga, Pacífico colombiano. *Ciencias Marinas*. 28 (1): 13-25.

-
- Rodríguez-Valencia, J. A., F. Caballero-Alegría, F. Uribe-Osorio y A. Arano-Castañón. 2002. Abundancia y asociaciones de dos gasterópodos (*Astraea* y *Haliotis*) comercialmente importantes en Isla San Jerónimo, Baja California, México. *Ciencias Marinas*. 28 (1): 49-66.
- Sánchez-Vargas, D. P. 1984. *Ecología y estructura de las comunidades de moluscos y crustáceos decápodos en la bahía de Puerto Viejo, Mazatlán; Sinaloa*. Tesis Profesional. Universidad Autónoma de Guadalajara. 186 p.
- Sander, H. L. 1960. Benthic studies in Buzzard Bay III. The structure of soft-bottom community. *Limnol. Oceanogr.* (5):138-153.
- Santamaría-del Ángel, E., Alvarez-Borrego, S. y F. E. Muller-Karger. 1994. Gulf of California biogeographic regions based on coastal zone color scanner imagery. *J. Geophys. Res.* (99): 7411-7421.
- Secretaría de Marina. 1979. Estudio geográfico de la región de La Paz B.C.S. Sria. de Marina, Dir. Gral. de Oceanografía. E.U.M., 228 p. Cap. III, *Estudio geográfico a factores físicos*. 17-67 p.
- Sonnenholzner, J. I. y J. Lawrence. 2002. A brief survey of echinoderm communities of the central and southern marine-coastal wetlands of the continental coast off Ecuador. *Boletín ecotrópica: Ecosistemas tropicales*. (36) 26-35.
- Solís-Marín, F. A., H. Reyes-Bonilla, M. D. Herrero-Pérezrul, O. Arizpe-Covarrubias y A. Laguarda-Figueras. 1997. Sistemática y distribución de los equinodermos de la Bahía de La Paz. *Ciencias Marinas*. 23(2): 249-263.

-
- Sosa-Gómez, A. 1998. *Listado taxonómico de asteroideos (Echinodermata) en Los Islotes, Baja California Sur, México*. Tesis Profesional. Universidad Autónoma de Baja California Sur, La Paz B. C. S., México. 67 p.
- Souza, M. M., A. O. R. Junqueira, H. P. Lavrado, C. R. Ventura y S. H. Silva. 1997. Aspectos ecológicos de *Leucozonia nassa* (Gmelin, 1971) (Mollusca: Gastropoda) Em Habitat de gramíneas marihas. Cabo Frío-Brasil. *Resúmenes del III Congreso Latinoamericano de Malacología (III CLAMA)*.
- StatSoft, Inc. 2003. Statistica (data analysis software system), version 6. www.statsoft.com.
- Steinbeck, J. y E. F. Ricketts. 1941. *Sea of Cortez*. Viking, New York. 598 p.
- Thomson, D.A., L.T. Findley y A.N. Kerstitch. 1979. Reef fishes of the sea of Cortez. *The rocky shore fishes of the Gulf of California*. Wiley & Sons, Nueva York. 302 p.
- Van der Heiden, A. M. y M. E. Hendrickx. 1983. Estudio de la fauna de invertebrados del sur de Sinaloa, México. En: Ayala Castañares, A., F. B. Phleger, R. Schartzlose y A. Laguarda-Figueras. (Eds.). Simposio "El Golfo de California" ICML, Univ. Nal. Autón. México. Publ. Esp.
- Vázquez-Domínguez, E. 2000. Importancia de la biodiversidad arrecifal. En: Aburto-Oropeza, O. y C. A. Sánchez-Ortiz (Eds). *Recursos arrecifales del Golfo de California*. Estrategias de manejo para las especies marinas de ornato, 1ª edición. México. 139 pp.

-
- Villarreal, G. 1995. Alteraciones en la estructura de la comunidad de macrobentos en Bahía Falsa, México, relacionadas con el cultivo de *Crassostrea gigas*. *Ciencias Marinas*. 21 (4): 373-386.
- Yoshida, M. K. y C. R. De Alba. 1977. Estudio preliminar de las comunidades bentónicas de la Ensenada de La Paz, Baja California Sur. *Memorias CIB-CASIO*. (III): 17-30.
- Washington, H. G., 1984. Diversity, biotic and similarity indices, a review with special relevance to aquatic ecosystems. *Water Rev.* 18 (6): 653-694.

12.- ANEXOS

Anexo 1. Elenco sistemático de las especies de Moluscos (según Keen, 1973; Abbott y Dance, 1986) y equinodermos (según Maluf, 1988) bentónicos de fondos someros del archipiélago Espíritu Santo.

Phylum Mollusca

Clase Pelecypoda

Orden Arcoida

Familia Arcidae

Género *Anadara*

Anadara multicosata (Sowerby, 1833)

Orden Mytiloida

Familia Mytilidae

Género *Modiolus*

Modiolus capax (Conrad, 1837)

Orden Pterioida

Familia Pinnidae

Género *Pinna*

Pinna rugosa Sowerby, 1835

Familia Pteriidae

Género *Pinctada*

Pinctada mazatlanica (Hanley, 1856)

Familia Griphaeidae

Género *Hyotissa*

Hyotissa hyotis

Familia Ostreidae

Género *Mirakeena*

Mirakeena angelica (Rochebrune, 1895)

Familia Spondylidae

Género *Spondylus*

Spondylus calcifer Carpenter, 1857

Orden Veneroida

Familia Veneridae

Género *Periglypta*

Periglypta multcostata (Sowerby, 1835)

Género *Chione*

Chione tumens (Verrill, 1870)

Clase Gasteropoda

Orden Mesogastropoda

Familia Cerithiidae

Género *Cerithiopsis*

Cerithiopsis albonodosa Carpenter, 1857

Orden Neogastropoda

Familia Muricidae

Género *Hexaplex*

Hexaplex (Muricanthus) nigrinus (Philippi, 1845)

Familia Olividae

Género *Oliva*

Oliva polpasta Duclos, 1833

Familia Conidae

Género *Conus*

Conus princeps Linnaeus, 1785

Familia Thaididae

Género *Neorapana*

Neorapana muricata (Broderip, 1832)

Phylum Equinodermata

Clase Asteroidea

Orden Valvatida

Familia Oreasteridae

Género *Nidorellia**Nidorellia armata* (Gray, 1840)Género *Pentaceraster**Pentaceraster cumingi* (Gray, 1840)

Familia Asteropseidae

Género *Asteropsis**Asteropsis carinifera* (Lamarck, 1816)

Familia Ophidiasteridae

Género *Pharia**Pharia pyramidata* (Gray, 1840)Género *Phataria**Phataria unifascialis* (Gray, 1840)

Familia Mithrodiidae

Género *Mithrodia**Mithrodia bradleyi* Verrill, 1867

Familia Acanthasteridae

Género *Acanthaster**Acanthaster planci* (Linneo, 1758)

Orden Forcipulatida

Familia Heliasteridae

Género *Heliaster**Heliaster kubiniji* Xantus, 1860

Clase Ophiuroidea

Orden Ophiurida

Familia Ophiocomidae

Género *Ophiocoma**Ophiocoma aethiops* Lütken, 1859

Clase Echinoidea

Orden Cidaroida

Familia Cidaridae

Género *Eucidaris**Eucidaris thouarsii* (Valenciennes, 1846)

Orden Diadematoida

Familia Diadematidae

Género *Centrostephanus**Centrostephanus coronatus* (Verrill, 1867)Género *Diadema**Diadema mexicanum* A. Agassiz, 1863

Orden Temnopleuroida

Familia Toxopneustidae

Género *Toxopneustes**Toxopneustes roseus* (A. Agassiz, 1863)Género *Tripneustes**Tripneustes depressus* A. Agassiz, 1863

Familia Echinometridae

Género *Echinometra**Echinometra vanbrunti* A. Agassiz, 1863

Clase Holothuroidea

Orden Aspidochirotida

Familia Holothuriidae

Género *Holothuria**Holothuria* sp*Holothuria arenicola* Semper, 1868

Familia Stichopodiidae

Género *Isostichopus**Isostichopus fuscus* (Ludwig, 1875)

Anexo 2. Tabla de especies de bivalvos, gasterópodos y equinodermos del archipiélago Espíritu Santo con su abundancia media, desviación estándar, frecuencia relativa y densidad.

Phylum Mollusca Clase Pelecypoda	ABUNDANCIA MEDIA	DESVIACIÓN ESTÁNDAR	FRECUENCIA RELATIVA (%)	DENSIDAD (ind./m ²)
<i>Anadara multicosata</i> (Sowerby, 1833)	1.000	0	11	0.002
<i>Modiolus capax</i> (Conrad, 1837)	1.000	0	11	0.002
<i>Pinna rugosa</i> Sowerby, 1835	1.667	0.577	33	0.003
<i>Pinctada mazatlanica</i> (Hanley, 1856)	4.630	1.974	100	0.009
<i>Hytissa hyotis</i>	1.000	0	22	0.002
<i>Mirakeena angelica</i> (Rochebrune, 1895)	3.000	0	11	0.006
<i>Spondylus calcifer</i> Carpenter, 1857	1.667	0.577	33	0.003
<i>Periglypta multicosata</i> (Sowerby, 1835)	2.000	0	11	0.004
<i>Chione tumens</i> (Verrill, 1870)	2.000	1.414	22	0.004
Clase Gasteropoda				
<i>Cerithiopsis albonodosa</i> Carpenter, 1857	1.000	0	11	0.002
<i>Hexaplex (Muricanthus) nigrinus</i> (Philippi, 1845)	2.704	1.545	100	0.005
<i>Oliva polpasta</i> Duclos, 1833	1.000	0	11	0.002
<i>Conus princeps</i> Linnaeus, 1785	2.333	1.528	33	0.005
<i>Neorapana muricata</i> (Broderip, 1832)	5.000	0	11	0.010
Phylum Equinodermata				
Clase Asteroidea				
<i>Nidorellia armata</i> (Gray, 1840)	2.000	0	33	0.004
<i>Pentaceraster cumingi</i> (Gray, 1840)	6.833	8.250	22	0.014
<i>Asteropsis carinifera</i> (Lamarck, 1816)	1.000	0	11	0.002
<i>Pharia pyramidata</i> (Gray, 1840)	1.833	1.008	89	0.004
<i>Phataria unifascialis</i> (Gray 1840)	9.259	5.125	100	0.019
<i>Mithrodia bradleyi</i> Verrill, 1867	1.400	0.548	56	0.003
<i>Acanthaster planci</i> (Linnaeus, 1758)	1.854	0.675	44	0.004
<i>Heliaster kubiniji</i> Xantus, 1860	2.000	1.696	56	0.004
Clase Ophiuroidea				
<i>Ophiocoma aethiops</i> Lütken, 1859	3.000	0	11	0.006
Clase Echinoidea				
<i>Eucidaris thouarsii</i> (Valenciennes, 1846)	269.500	448.682	33	0.539
<i>Centrostephanus coronatus</i> (Verrill, 1867)	9.875	15.673	67	0.020
<i>Diadema mexicanum</i> A. Agassiz, 1863	9.750	8.617	44	0.020
<i>Toxopneustes roseus</i> (A. Agassiz, 1863)	17.843	20.389	100	0.036
<i>Tripneustes depressus</i> A. Agassiz, 1863	140.250	64.216	100	0.281
<i>Echinometra vanbrunti</i> A. Agassiz, 1863	23.250	32.191	44	0.047
Clase Holothuroidea				
<i>Holothuria</i> sp	2.333	1.886	22	0.005
<i>Holothuria arenicola</i> Semper 1868	3.125	0.530	22	0.006
<i>Isostichopus fuscus</i> (Ludwig, 1875)	4.333	4.041	56	0.009