

**Instituto Politécnico Nacional
Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas
Departamento de Ciencias Marinas**

**Estructura de la Comunidad de Moluscos
de Cabo Pulmo, B.C.S., México**

TESIS

QUE COMO REQUISITO PARA OBTENER EL GRADO DE

MAESTRO EN CIENCIAS

PRESENTA

MARTHA DOLORES VICENCIO AGUILAR

La Paz, B.C.S., julio de 1998

INDICE

GLOSARIO	ii
LISTA DE TABLAS	iii
LISTA DE FIGURAS	iv
RESUMEN	v
ABSTRACT	vi
1. INTRODUCCION	1
2. ANTECEDENTES	3
3. JUSTIFICACION	8
4. OBJETIVO GENERAL	9
4.1. OBJETIVOS ESPECIFICOS	9
5. MATERIAL Y METODOS	9
5.1. Descripción de la zona de estudio	9
5.2. Diseño de Muestreo	15
5.3. Determinación de índices ecológicos	17
5.3.1. Riqueza específica	17
5.3.2. Abundancia relativa	17
5.3.3. Diversidad	18
5.3.4. Índice de equidad	19
5.3.5. Índice de afinidad	19
5.3.6. Asociación interespecífica	20
5.4. Análisis estadísticos	22
6. RESULTADOS	23
6.1. Elenco Sistemático	23
a. Macromoluscos	24
b. Micromoluscos	25
6.2. Riqueza específica	29
6.3. Abundancia	33
6.4. Dominancia	38
6.5. Diversidad	41
6.6. Equidad	44
6.7. Afinidad espacial	47
6.8. Asociación entre especies	47
7. DISCUSION	51
8. CONCLUSIONES	57
9. Recomendaciones	58
10. LITERATURA CITADA	60
11. ANEXOS	69

GLOSARIO

Comunidad: conjunto de poblaciones que interactúan localizadas en un área geográfica específica.

Densidad: se refiere al número de individuos por unidad de área.

Diversidad: índice matemático que posee dos componentes la riqueza y la equidad, mediante las que trata de conocer la distribución de la abundancia de especies en la comunidad sujeta a estudio.

Dominancia: índice que señala la especie o grupo de especies de mayor permanencia en una muestra o comunidad en relación a la abundancia.

Elenco sistemático: la relación de especies presentes en una comunidad.

Equidad: factor basado en la abundancia relativa de las especies y grado en que las especies dominan en una comunidad.

Hidrodinámica: relativo a la serie de movimientos y fuerzas que se suceden en el mar en una zona determinada.

Mutualismo: relación que se establece entre los organismos con el propósito de brindarse ayuda mutua.

Población: grupo de individuos de la misma especie que coinciden en el mismo lugar en un mismo tiempo e intercambian material genético.

Resiliencia: Es la habilidad para retornar a un equilibrio anterior antes de un suceso de disturbio, la cual tiende a decrecer con la edad del ecosistema.

Riqueza específica: factor que indica el número de las especies presentes en una muestra o en una comunidad.

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Registro sobre la riqueza de especies.	29
Tabla 2. Riqueza de especies al considerar los datos totales de micromoluscos en zonas norte, centro y sur.	31
Tabla 3. Resultado sobre el registro de macromoluscos al realizar tres muestreos en fechas diferentes durante 1993	33
Tabla 3a. Registro sobre la abundancia de macromoluscos. Se consideró el número total de organismos en las zonas norte, centro y sur	34
Tabla 3b. Registro sobre la abundancia de macromoluscos. Se consideró el número total de organismos en las barras.	34
Tabla 4. Registro sobre la abundancia de micromoluscos. Se consideró el número total de organismos durante cada estación del año en cada una de las barras.	35
Tabla 5. Registro de la abundancia de micromoluscos. Se consideró el número total de organismos durante cada estación del año en zonas con orientación norte, centro y sur	37
Tabla 6. Datos de diversidad (unidades beles/ind.) Para su cálculo se consideró la información sobre todos los micromoluscos, empleando el índice de Shannon-Wiener	41
Tabla 6a. Datos de diversidad (unidades beles/ind.) Para su cálculo se consideró la información sobre los micromoluscos, empleando el índice de Shannon-Wiener	43
Tabla 7. Datos obtenidos sobre equidad. Se utilizaron los valores observados en micromoluscos, durante las cuatro estaciones del año y su variación en espacio	44
Tabla 7a. Datos obtenidos sobre equidad. Se utilizaron los valores observados en micromoluscos, durante las cuatro estaciones del año y su variación en espacio	46
Tabla 8. Ordenamiento de las especies que se consideraron en el análisis sobre asociación de especies de micromoluscos y dos géneros de corales hermatípicos	48
Tabla 9. Asociaciones entre pares de especies de micromoluscos y géneros de corales hermatípicos.	69
Tabla 10. Abundancia de micromoluscos por barra	74
Tabla 11. Abundancia de micromoluscos por zona	76

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localización geográfica del arrecife de Cabo Pulmo, Baja California Sur	10
Figura 2. Localización de barras y puntos de muestreo.	12
Figura 3. Variación de la riqueza de especies de micromoluscos en las muestras, al considerar las tres barras y las estaciones del año.	30
Figura 4. Variación de la riqueza de especies de micromoluscos en las muestras, al considerar las zonas norte, centro y sur durante las estaciones del año.	31
Figura 5. Variación de la abundancia de las especies de micromoluscos en las muestras, se consideran las tres barras y las estaciones del año.	36
Figura 6. Variación de la abundancia de especies de micromoluscos en las muestras, al considerar las distintas estaciones del año y las zonas con orientación norte, centro y sur	38
Figura 7a. Representación de la dominancia simple de 9 especies que tuvieron mayor representatividad en los muestreos	39
Figura 7b. Especies de micromoluscos dominantes por época del año.	40
Figura 8. Variación de la diversidad de micromoluscos en las muestras al utilizar el índice propuesto por Shannon-Wiener, se consideran las tres barras y las estaciones del año.	42
Figura 8a. Variación de la diversidad de micromoluscos en las muestras al utilizar el índice propuesto por Shannon-Wiener, se considera zona norte, centro, sur y las estaciones del año	43
Figura 9. Variación del índice de equidad durante los muestreos efectuados en micromoluscos, se consideran las tres barras y las estaciones del año.	45
Figura 9a. Variación del índice de equidad durante los muestreos efectuados en micromoluscos, se considera zona norte, centro, sur y las estaciones del año,	47

RESUMEN

Este trabajo se desarrolló con el propósito de conocer la estructura de la comunidad de moluscos de Cabo Pulmo, su variación en tiempo y espacio así como identificar el grado de asociación con las especies de corales hermatípicos de este arrecife coralino. El muestreo de macromoluscos fue por medio de transectos en banda y el de los micromoluscos mediante recolectas de sedimento para su procesamiento posterior. Se analizó la estructura de la comunidad mediante índices de riqueza, dominancia, diversidad y equidad de las especies encontradas. La afinidad entre las barras del arrecife así como entre las zonas se estimó mediante el índice de Bray-Curtis. Se determinó el grado de asociación de 15 especies de micromoluscos con respecto a 2 géneros de corales hermatípicos y entre ellas mismas mediante el estadístico χ^2 y se complementó el análisis de asociación mediante la correlación de Spearman entre la abundancia de los moluscos y la cobertura de los dos géneros de corales dominantes. Como resultado de esta investigación se determinaron 6 familias, 6 géneros y 7 especies de macromoluscos mientras que los micromoluscos estuvieron representados por 22 familias, 34 géneros y 47 especies. La dominancia mayor en macromoluscos la tuvo *Conus princeps* y en el caso de los micromoluscos *Lasaea* sp., *Amphithalamus inclusus*, *Alvinia compacta* y *Alvinia* sp. Se observó que durante la primavera se presentó una riqueza mayor de especies, no obstante que al realizar la prueba de análisis de varianza nos indicó que no existía diferencia significativa en los resultados obtenidos con respecto al tiempo. Los índices mayores de diversidad se encontraron también durante la estación de primavera. Respecto al grado de asociación entre 15 especies de micromoluscos y 2 géneros de corales hermatípicos, el índice mayor se presentó entre dos géneros de corales hermatípicos, advirtiéndose además que si existe una asociación positiva entre las especies de moluscos y corales considerados en el análisis los que constituyen parte de esta comunidad. De las 120 correlaciones que se realizaron entre la matriz de especies con los géneros dominantes de coral, 64 presentan un valor del coeficiente más alto que el proporcionado en tablas estadísticas.

ABSTRACT

The objective of this study was to determine the structure of the macro and micromollusc community of Cabo Pulmo, its geographical and temporal variation, and the association level with the hermatypic species of this coral reef. Methodology was based on seasonal submarine sampling, by transects for macromollusc and sediment sampling for micromolluscs. The richness, diversity index and evenness of the different species that we found was estimated. The relation between the bars with the Bray-Curtis index was determined. The level association of 15 micromollusc species with 2 hermatypic coral genera was calculated with the Spearman index. 6 families, 6 genera and 7 species of macromolluscs were found as well as 22 families, 34 genera and 47 species in micromolluscs. The dominant specie in macromolluscs was *Conus princeps* and in micromollusc was *Lasaea* sp., *Amphithalamus inclusus*, *Alvinia compacta* and *Alvinia* sp. The biggest richness of species was found in the spring but no significant difference was found with ANOVA. The highest diversity index was found also in spring. When applied the Bray-Curtis index between different bars, the conclusion was a positive association between the species of the community.

1.- INTRODUCCIÓN

Los arrecifes coralinos conforman los ecosistemas mas diversos del planeta por lo que poseen gran importancia ecológica además de su belleza. En ellos se desarrolla una extensa red de diversas interacciones, donde los corales hermatípicos desempeñan el papel fundamental en la estructura y función del arrecife. La característica principal de este tipo de ecosistema es su alta productividad, derivada del flujo constante de las corrientes de agua, de un eficiente reciclamiento biológico y de una alta retención de los nutrientes (Salm y Clark, 1984).

Los arrecifes coralinos pueden prosperar en agua pobre de nutrientes debido al flujo de las corrientes y una gran cantidad de relaciones de mutualismo (Odum, 1997). Los ecosistemas de coral son un ejemplo de como retener, usar y reciclar los recursos eficientemente (Muscatine y Porter, 1990 citados por Odum, 1997). Sin embargo, no son resistentes, ni resilientes a las perturbaciones tales como la polución o el aumento de la temperatura (Odum, 1997).

Su diversidad y complejidad se manifiesta al abordar su estudio desde muy diversas perspectivas como serían su estructura geomorfológica, su hidrodinámica, metabolismo y productividad (Devaney *et al.*, 1987 citado por Sorokin, 1995), además de aspectos como crecimiento, evolución y biogeografía, así como en la estructura de la comunidad, metabolismo de los organismos y del ecosistema, regímenes físicos e interacciones antropogénicas (Hatcher *et al.*, 1989).

Los arrecifes de coral se encuentran entre los ecosistemas que presentan una mayor madurez en nuestro planeta, razón por la cual resultan muy sensibles a los impactos externos (Sorokin, 1995) así como a la variación ambiental de algunos factores físicos y químicos.

A pesar de la gran importancia que se reconoce de los arrecifes desde el punto de vista biológico, dicho aspecto no es el único, ya que se debe considerar la amplia gama de usos que el hombre realiza. Estos lugares constituyen una base en la generación de recursos de los habitantes establecidos en la costa, además de estimarse como lugares potenciales en donde podrían llevarse a cabo prácticas acuaculturales y como un recurso para la obtención de material base en la producción de medicamentos. El inmenso potencial de recreación de los arrecifes coralinos es otra causa por la que deben ser protegidos para el beneficio de la humanidad (Sorokin, 1995).

La fauna que habita en el arrecife es extremadamente rica, con una gran variedad de opciones tróficas, plenas de amplios espacios para organismos pacedores y abundancia de sustrato sólido para invertebrados sésiles bentónicos (Paine, 1974; Kohn y Levitien, 1976; Reichelt, 1982, citados por Sorokin, 1995).

Resulta evidente que descubrir paisajes de gran belleza por su gran diversidad biológica, es lo que atrae la visita de innumerables grupos de personas con fines de estudio y recreativos; por lo que el continuo arribo de visitantes a estas zonas ocasiona a la larga perturbación y deterioro, si su uso no está sujeto a una planificación rigurosa emanada de los estudios sobre las características de los componentes y estructura de la comunidad. Generalmente en estos sitios no se cuenta con un programa de uso o manejo, así como de estudios continuos que permitan conocer con mayor precisión la serie de cambios que se suceden.

En los últimos años, los usos de los arrecifes han cambiado y aumentado de tal forma que actualmente la degradación de este sistema ocurre en la mayor parte del mundo (Craik *et al.*, 1990). La habilidad de los ecosistemas coralinos a recobrase de los disturbios naturales es debilitada por los impactos humanos (Clark, 1996).

Aparentemente, esto es lo que ha venido sucediendo en los últimos años en el arrecife mas septentrional del Pacífico Oriental, conocido como Cabo Pulmo. Este sistema constituye uno de los dos arrecifes coralinos existentes en el Pacífico Oriental (Rosenblatt, 1967; Brusca y Thomson, 1975) y el único del Golfo de California. No obstante su importancia, el grado de conocimiento de las poblaciones que lo conforman es aún reducido.

Las actividades que se han venido efectuando durante las últimas décadas en este sistema arrecifal son, entre otras, la pesca en todas sus modalidades y el ofrecimiento de diferentes servicios en visitas guiadas al arrecife para grupos de turistas y buceadores que acuden al lugar. Resulta un sistema complejo y frágil que ha estado sujeto al deterioro provocado por la intervención humana. Este es el caso de los moluscos, ya que Arizpe y Álvarez (1987) en prospecciones del área, no encontraron ni el 40% de las especies mencionadas por Brusca y Thomson (1975). En este contexto se generó el presente trabajo que se enfocó al estudio de la estructura de la comunidad de los moluscos y su grado de asociación con las especies coralinas, como un elemento para la caracterización del área y posible evaluación del grado de deterioro.

2.- ANTECEDENTES

El arrecife coralino como símbolo de estabilidad, constancia física y arreglo biológico ha sido recientemente discutido por los ecólogos. Se acepta que presenta muchos cambios, en el cual los disturbios físicos constituyen una importante fuerza estructural a varias escalas espaciales y temporales de su ambiente, y en donde las comunidades arrecifales son altamente variables en sus respuestas y resiliencia (Hatcher *et al.*, 1989). A pesar de ello, este ecosistema posee una capacidad notable

para mantenerse y renovarse cuando no es perturbado y se mantienen las condiciones que favorecen su desarrollo (Snedaker y Getter, 1985).

Los moluscos son uno de los grandes grupos bentónicos del arrecife, tanto en número de especies como en biomasa. Están representados en todas las dimensiones del espectro trófico y exhiben numerosas adaptaciones ecológicas y morfológicas (Sorokin, 1995).

Existe un gran número de estudios sobre moluscos en el Golfo y la Península de Baja California entre los que podríamos citar, entre otros, a Villamar (1965), quien llevó a cabo una prospección de la fauna malacológica de la Bahía de La Paz; a Morris (1966) que publicó un libro a manera de guía de campo sobre los moluscos de la Costa Pacífico en el que se incluyen Hawaii y el Golfo de California; Díaz (1972) proporcionó información sobre el cultivo experimental de *Pinctada mazatlanica* en Bahía de la Paz, México. Por su lado, Brusca (1980) también publicó un libro sobre los invertebrados más comunes de la zona intermareal del Golfo de California.

Baqueiro, *et al.*, (1981) realizaron investigaciones sobre una población sobreexplotada de *Argopecten circularis* en la Ensenada de La Paz; Baqueiro y Guajardo (1984) proporcionaron información derivada del análisis de la pesquería de almejas y caracoles en Baja California Sur. Tripp (1985) desarrolló un análisis sobre el estado de la explotación y cultivo de la almeja catarina *Argopecten circularis* en B. C. S.; Arizpe y Félix (1986) estimaron el crecimiento de *Pinna rugosa* durante un diseño experimental que se realizó en Bahía de La Paz; Arizpe (1987) describió el comportamiento sobre el reclutamiento y mortalidad de *Pinna rugosa* en la Bahía de La Paz bajo condiciones controladas. Ochoa (1987),

proporcionó información sobre aspectos de la biología del mejillón *Modiolus capax* en la Bahía de La Paz.

Baqueiro y Massó (1988) evaluaron la variación de las poblaciones de *Chione undatella* bajo diferentes regímenes de pesca en la Bahía de La Paz; Ruiz; (1989) aportó datos sobre juveniles de *Argopecten circularis* y *Pecten vogdesi* en Bahía Falsa, ubicada en Bahía de La Paz, B.C.S.

Durante 1990-1991, Pérez realizó un trabajo con la finalidad de obtener la estructura de la comunidad de moluscos bivalvos en la Ensenada de La Paz; García-Domínguez (1991) proporcionó información muy detallada sobre la distribución y abundancia de la almeja roñosa *Chione californiensis* al considerar algunos parámetros fisicoquímicos; su trabajo también comprende aspectos sobre el ciclo reproductor y la fauna asociada a esta especie en la Ensenada de La Paz. Fürsich y Flessa (1991), publicaron un compendio de varios trabajos relacionados con la ecología, tafonomía y paleoecología de moluscos recientes y del Pleistoceno de la Bahía la Choya, en el norte del Golfo de California. Arizpe (1992) publicó una obra en la que consideró a los moluscos del Pacífico Mexicano que presentan importancia comercial.

En 1993, Félix-Pico presentó interesantes puntos sobre la biología de la almeja catarina *Argopecten circularis* en Bahía Magdalena, B.C.S. Félix-Pico y García-Domínguez (1993) realizaron un estudio sobre la fauna asociada a la almeja catarina *Argopecten circularis* en la zona sublitoral de Bahía Magdalena, B.C.S.

Arizpe (1995), describió el crecimiento, la mortalidad y la producción somática secundaria en el cultivo de *Pinna rugosa* tanto en suspensión como en fondo, y en 1996 publicó información sobre los mismos aspectos solo que la especie considerada en esta ocasión fue *Crassostrea gigas*.

Vicencio-Aguilar y Ortiz-Gallarza (1995), proporcionaron un listado de especies de gasterópodos asociados a muestras de macroalgas en la isla Espíritu Santo, Baja California Sur. México.

Domínguez (1996), realizó una descripción sobre aspectos ecológicos de los macromoluscos béntonicos en la caleta de Balandra, B. C. S.; Bojórquez (1997), efectuó un trabajo en el que proporciona información respecto al reclutamiento, crecimiento y supervivencia de *Argopecten ventricosus* en Bahía Concepción, B. C. S.

Gran parte de los trabajos sobre moluscos se refieren o tienen una estrecha relación con el estudio de las pesquerías en organismos que presentan una explotación de tipo comercial, o bien a la obtención de información de recursos con los cuales se pretende llevar a cabo prácticas de tipo acuacultural, sin considerar más ampliamente los estudios prospectivos sobre las comunidades y recursos marinos en general. Este tipo de investigaciones podrían proporcionar información básica y relevante sobre la riqueza de especies en una localidad, aspectos sobre su biología, y con seguridad, estimaciones sobre la cantidad o volumen de los recursos que existen en las costas de Baja California Sur. Con esto sería posible aproximarse a adoptar medidas hacia una explotación racional de los recursos pesqueros, o bien derivar información a manera de indicadores, que pudiera ser útil al tratar de explicar la composición y funcionamiento de determinado sistema. Es el caso de ciertas especies de foraminíferos u ostrácodos cuya presencia es empleada para detectar la existencia de mantos petrolíferos, o bien otros organismos indicadores de cierto tipo de contaminación (A. Carreño, 1995 comunicación personal).

Sobre Cabo Pulmo existen estudios que se pueden considerar clásicos de la zona como son los de Steinbeck y Ricketts (1941) quienes realizaron una breve

descripción sobre el arrecife. Otro autor es Squires (1959), quién hace una descripción sobre la estructura de la comunidad coralina y sobre la probable edad del arrecife. Es importante mencionar los trabajos de Brusca y Thomson realizados durante 1974, los que proporcionaron un listado de las especies presentes en el arrecife y el cual es fundamental para evaluar el estado actual del sistema.

Arizpe y Alvarez (1987), realizaron un estudio prospectivo sobre corales hermatípicos y corales blandos y moluscos considerando su distribución y abundancia; Villareal (1988), efectuó un estudio sobre diversidad y distribución de la comunidad de peces establecida en la zona. Arizpe *et al.* (1988) realizaron un estudio sobre la distribución y abundancia de varias especies de invertebrados.

Reyes-Bonilla (1990), desarrolló un trabajo taxonómico y biogeográfico de la comunidad de corales hermatípicos, debido a que anteriormente se habían considerado a muchos de los organismos como sinónimos. Almenara *et al.* (1990), presentaron un trabajo en el cual se mostró la necesidad de considerar Cabo Pulmo como una importante zona debido a las características biológicas que presenta, además se señalaron algunas fuentes de deterioro que afectaban al arrecife y se manifestó el interés porque se observaran medidas para su manejo racional y conservación.

Riosmena-Rodríguez *et al.* (1991) incrementaron la lista sobre la ficoflora que se distribuye en esta zona; Sinsel (1991), aportó información sobre la comunidad de corales blandos o gorgónidos proponiendo una clave para la distinción de géneros en este grupo; Bastida-Zavala (1991), proporcionó un listado de los poliquetos que se encuentran en el arrecife.

Baynes (1993), realizó observaciones sobre los efectos que tienen la sedimentación, la luz y el pastoreo en la comunidad incrustante arrecifal.

Reyes-Bonilla (1993), realizó un estudio sobre la estructura de la comunidad, influencia de la depredación y biología poblacional de los corales hermatípicos en el arrecife, mientras que Anaya (1993) se enfocó a contribuir en el establecimiento de las bases sobre el proceso de planeación y conservación del lugar como área protegida.

De esta forma, es posible afirmar que a pesar de los estudios que se han efectuado en Cabo Pulmo, aún hay grandes e importantes vacíos en el conocimiento sobre el área, por lo que es necesario conformar una base de información sólida de los diferentes componentes del bentos en el arrecife, con la cual sea posible caracterizar la estructura de las comunidades que lo conforman y contribuir en su caso, a detener el proceso de deterioro al que está sujeto, este ahora Parque Nacional, declarado el 5 de junio de 1995.

3.- JUSTIFICACIÓN

El arrecife de Cabo Pulmo es el único arrecife coralino del Golfo de California, y el mas septentrional del Pacífico Oriental que presenta por lo mismo características biológicas únicas y de gran interés e importancia, y que actualmente se considera se encuentra en proceso de deterioro. A pesar de que la zona ha sido visitada en forma continua por diferentes investigadores, no se ha determinado la estructura de varias comunidades que conforman el arrecife coralino. No se ha realizado la integración del estudio de la micro y macrofauna si se considera además los cambios que se presentan durante un ciclo anual. En este contexto el presente trabajo pretende realizar la descripción de la comunidad de moluscos y su relación con los organismos formadores del arrecife.

4.-OBJETIVO GENERAL

Determinar la estructura de la comunidad de moluscos y su grado de asociación con las especies coralinas dominantes en el arrecife de Cabo Pulmo, B. C. S.

4.1.- Objetivos específicos

- Determinar el elenco sistemático de los moluscos del arrecife coralino de Cabo Pulmo.
- Estimar dominancia, distribución, abundancia y diversidad de la comunidad así como su variación espacio-temporal.
- Determinar el grado de asociación de los moluscos con respecto a las especies dominantes de la comunidad coralina .

5.- MATERIAL Y MÉTODOS

5.1.-Descripción de la zona de estudio

Cabo Pulmo se localiza entre Cabo San Lucas y la Bahía de la Paz, hacia los 23° 26' de latitud Norte y los 109° 25' de longitud Oeste. Es el único arrecife coralino del Golfo de California y el más septentrional del Pacífico Oriental (Fig. 1).

En la zona de playa se advierten grandes dunas constituidas fundamentalmente por valvas de pelecípodos cubiertas en la porción superior por arena. Este lugar presenta una pendiente suave hacia el mar. Dentro del agua se observa la formación de grandes estructuras basálticas que constituyen la base para la implantación de las colonias de coral hermatípico.

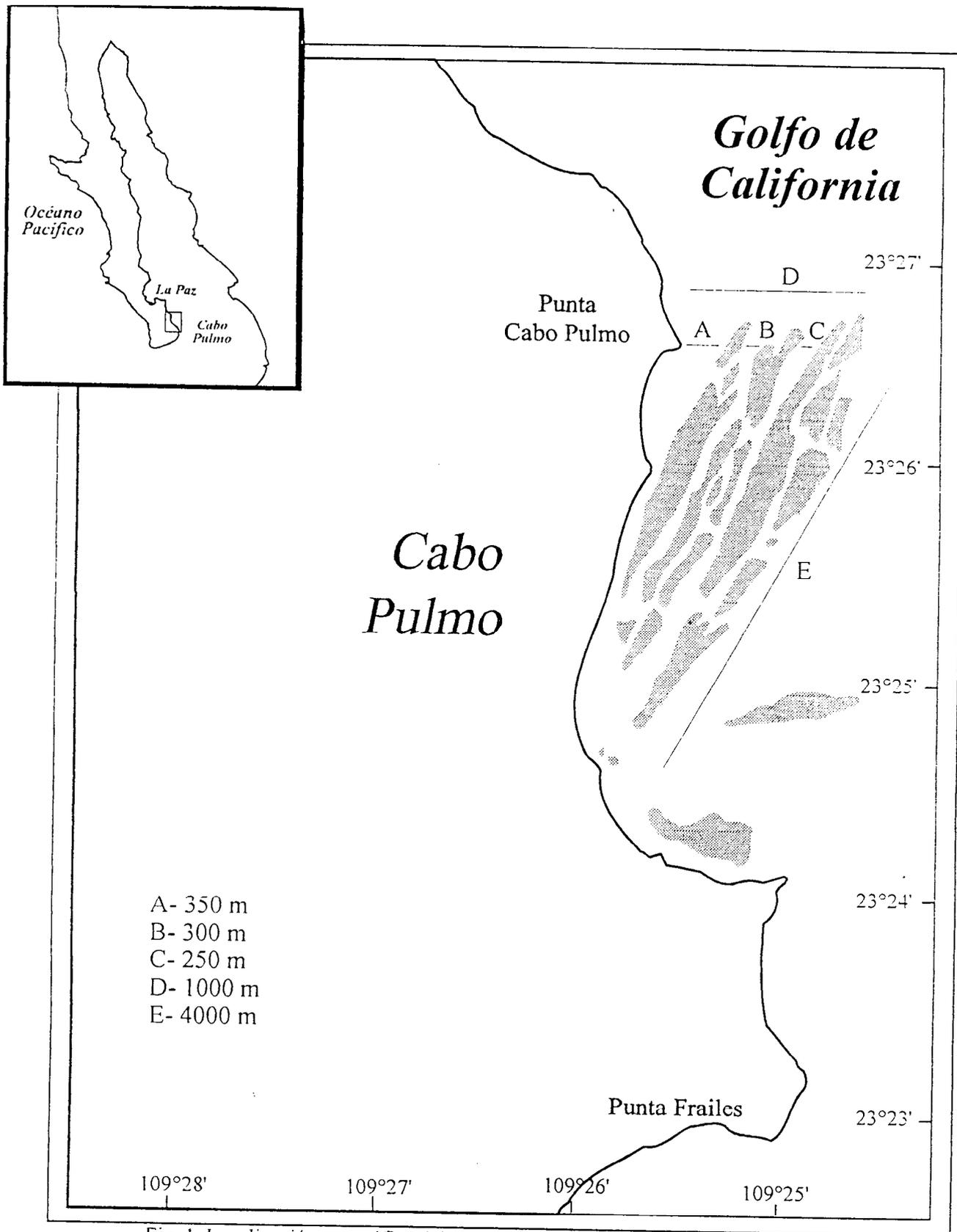


Fig. 1. Localización geográfica del arrecife coralino de Cabo Pulmo, Baja California Sur.

Debido al tipo de crecimiento de los corales se observa una formación constituida por barras que corren casi paralelas a la línea de costa, advirtiéndose tres como las más evidentes. La primera barra coralina es la más cercana a la costa, la segunda queda en una posición intermedia y la tercera barra es la más externa hacia el mar (Fig. 2). La profundidad de estas barras varía desde pocos centímetros en la primera barra hasta una profundidad aproximada de 15 m en la tercera barra. Las características que posee este lugar son particulares, ya que el paisaje submarino posee una gran belleza que le confiere la existencia de una gran diversidad de especies, las que corresponden fundamentalmente a dos provincias biogeográficas: la Panámica y la Californiana (Keen, 1971; Reyes-Bonilla, 1993).

La edad del arrecife se ha estimado en alrededor de 20,000 años (Brusca y Thomson, 1975). En las playas de Cabo Pulmo hay terrazas marinas fósiles, cuya edad ha sido determinada con base en las especies que presentan, entre 14,000 y 25,000 años (Mohs *et al.*, en prensa).

En la porción terrestre se presentan suelos de tipo litosol con poco desarrollo y profundidades menores a los 10 cm, los cuales son susceptibles de sufrir erosión; aunque ésta es moderada en relación a las pendientes poco pronunciadas que presenta. El sustrato característico de la parte marina es arenoso, fino en su gran mayoría, configurado por sílice y partículas de carbonato de calcio; este último, producto de la desintegración de cubiertas protectoras de moluscos, crustáceos y de los propios corales. Están presentes además algunas áreas rocosas, constituidas en su gran mayoría por canto rodado.

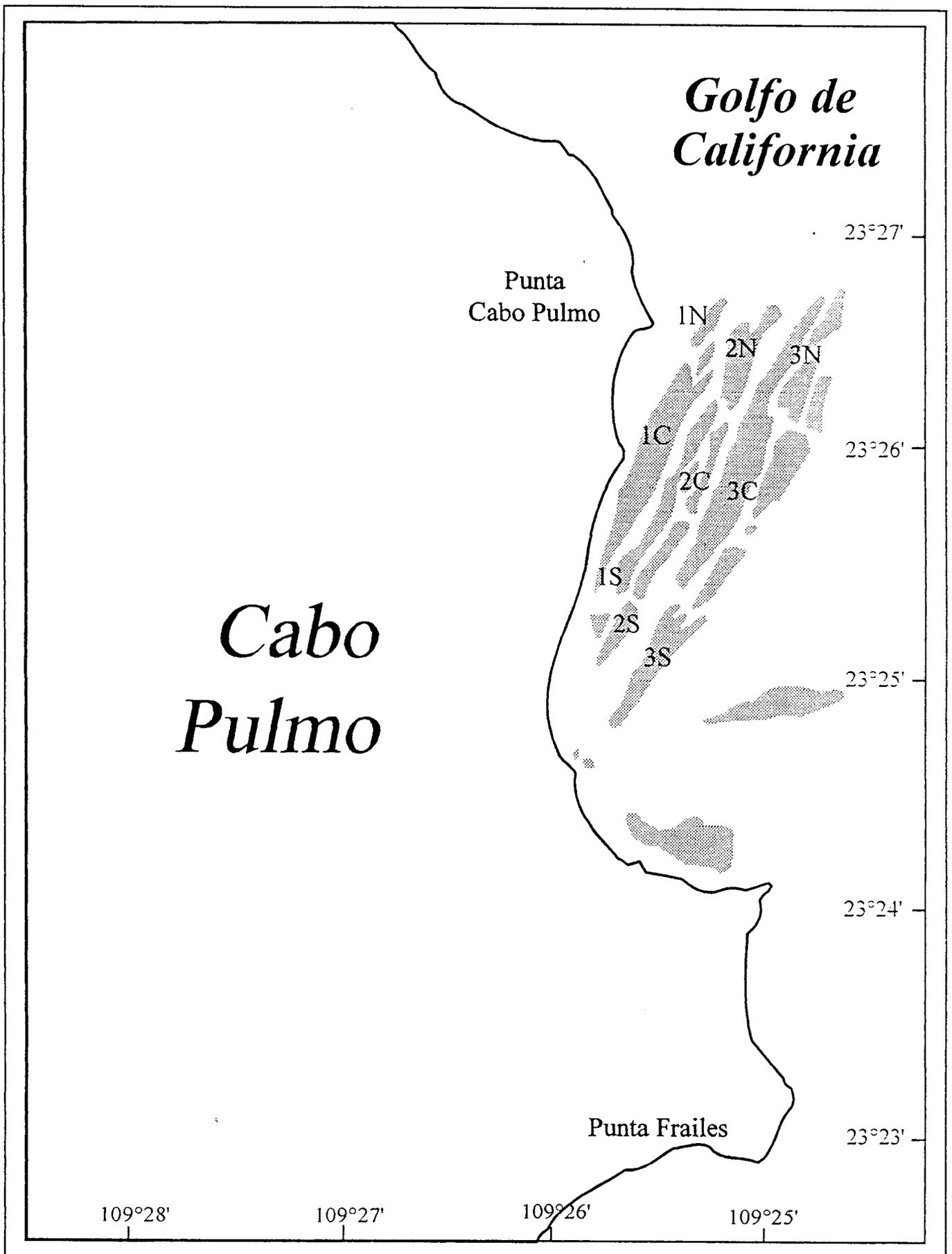


Figura 2. Localización de barras y puntos de muestreo.
 (Donde N es norte, C es centro y S es sur).

Las barras coralinas se encuentran en el interior de la Bahía de Cabo Pulmo comprendida de Punta Cabo Pulmo hasta Punta Los Frailes con una extensión aproximada de 1355 hectáreas. Está caracterizada por aguas someras y templadas durante la mayor parte del año, disminuyendo su temperatura durante los meses invernales. Hasta ahora no se han hecho estudios sobre los parámetros oceanográficos en el arrecife y sólo se cuenta con mediciones y observaciones eventuales de algunos de ellos. Estos incluyen mediciones puntuales de temperatura, salinidad, transparencia, profundidad y nutrientes (Baynes, 1993). La temperatura media en el arrecife es de 25° C. Sin embargo, se han registrado eventualmente temperaturas extremas, como en febrero de 1988, por ejemplo en que se registró una temperatura de 17° C, mientras que en septiembre de 1987 se midieron 31° C (Arizpe y Alvarez, 1987). La temperatura varía a lo largo del año. Durante los meses de junio a noviembre se presentan los valores más elevados de temperatura, mientras que, de enero a marzo se registran los más bajos.

Los valores de salinidad permanecen más o menos constantes a lo largo del año, aunque pueden alcanzar algunos valores extremos. Se han medido salinidades de 38 partes por mil (junio de 1991), aunque ésto es poco común.

La precipitación en esta zona es escasa, en el área desembocan 4 arroyos y 5 en Los Frailes, en donde se cuenta con un bordo de retención del agua. Todos estos arroyos presentan afluencia de agua durante la temporada de lluvias (julio-septiembre) y acarrear volúmenes de agua dulce y de aportes terrígenos hasta ahora no evaluados.

En general las aguas de la bahía son claras. Hay evidencias indirectas de que existen tasas diferenciales de sedimentación entre las diferentes zonas del arrecife. La región con mayores tasas de sedimentación corresponde a la zona sur del

arrecife, mientras que las zonas centro y norte son las que tienen una menor sedimentación (Arizpe y Alvarez, 1987). El área entre una barra y otra está cubierta por arena, por lo que debido a la acción de las corrientes y las olas hay un movimiento constante de partículas. En aguas a 7 m de profundidad o menos, hay evidencia de movimiento periódico de la arena, ya que no hay acumulación de roca coralina. En estos espacios el género de coral dominante es *Porites* (Squires, 1959).

No existen estudios de hidrodinámica, aunque aparentemente el patrón de corrientes sigue el que se conoce para la boca del Golfo de California.

Durante el verano y el otoño las corrientes predominantes tienen una dirección norte, mientras que durante el invierno y la primavera la dirección es hacia el sur (Alvarez-Borrego, 1983). Las corrientes de marea son fuertes y sin lugar a dudas, tienen gran importancia en el transporte de materiales dentro del arrecife. Aunque se desconoce la velocidad de las corrientes, éstas pueden ser inferidas por el tamaño de sedimento; con base en esto las corrientes de fondo no exceden, por lo menos, velocidades de $10 \text{ cm}\cdot\text{seg}^{-1}$ (Baynes, 1993).

La información sobre nutrientes en el área es casi nula. Aunque en general se habla de que los arrecifes coralinos presentan aguas con pocos nutrientes (Levinton, 1982), los volúmenes de agua acarreados al arrecife por los arroyos durante el tiempo de lluvias, así como las surgencias formadas durante el invierno, deben aportar cantidades considerables de éstos. Parte de estos nutrientes pueden ser "atrapados" por las comunidades algales y ser liberados posteriormente al sistema por el consumo o por la muerte de las algas (Borowitzka y Larkum, 1986). Es probable que haya numerosas entradas periódicas de nutrientes al arrecife vía organismos que muestran un patrón estacional de crecimiento, así como por organismos visitantes (Tsuda, 1974). Asimismo, el almacenamiento de algunos

nutrientes en la forma de depósitos mineralizados puede proveer al arrecife de un amortiguador estacional o temporal de nutrientes. El papel del arrecife en el aporte de nutrientes a comunidades localizadas corriente abajo debe ser considerado. Los compuestos orgánicos disueltos y particulados que son liberados, principalmente por las algas bentónicas y las asociaciones autotróficas, deben proveer de nutrientes a los animales y a los microorganismos corriente abajo (Crossland, 1983), repercutiendo, posiblemente, en la diversidad de estas comunidades.

5.2.-Diseño del muestreo

El diseño de muestreo fue estratificado, al considerar las tres grandes barras de coral que se localizan en el lugar (Cochran, 1978; Scheaffer *et al.*, 1987). Se establecieron tres puntos a lo largo de cada una de las barras de acuerdo a su orientación; zonas norte, centro y sur (Fig. 2).

Se asignó un número distintivo a cada barra: la mas cercana a la costa se consideró barra uno, la intermedia como barra dos y la mas profunda como barra tres. La frecuencia con que se realizaron los muestreos fue estacional.

El muestreo en cada zona se basó en el establecimiento de transectos tipo banda con una longitud de 50 metros de largo por un metro de ancho. Durante trabajos realizados con anterioridad, se determinó esta dimensión como suficiente para representar a la comunidad bentónica (Arizpe y Alvarez, 1987; Reyes-Bonilla, 1993). Se identificó "in situ" a la mayoría de los macromoluscos observados; sólo en el caso de los organismos que representaron algún problema en su identificación se retuvieron para su posterior revisión en el laboratorio. Al mismo tiempo se registraron los géneros de corales hermatípicos distribuidos en la zona y se consideró su cobertura; el procedimiento consistió en observar y anotar la

proporción aproximada de distribución de cada uno de los géneros dominantes. Cabe señalar que este procedimiento sólo se realizó en primavera, verano y otoño.

Para la recolecta de micromoluscos se tuvo que modificar la metodología propuesta por McIntyre *et al.* (1984), la cual indica la necesidad de contar con muestras por triplicado para poder realizar la comparación entre las mismas y observar su uniformidad. Se obtuvo una muestra de 500 g aproximadamente de sedimento en cada uno de los puntos considerados, para lo cual se utilizó un frasco de cristal de boca ancha recolectando el sedimento manualmente.

Una vez que se tuvieron las muestras de sedimento, éstas se secaron y guardaron debidamente etiquetadas con su fecha y lugar de recolecta correspondiente para su posterior revisión. Con el propósito de contar con un tamaño de muestra similar en todos los casos, se efectuó un análisis con el primer muestreo. Se hizo la separación de los micromoluscos por cada centímetro cúbico de sedimento y con base en la varianza obtenida entre las muestras recolectadas durante este muestreo se determinó un tamaño de muestra óptimo de 5 centímetros cúbicos.

Cada muestra se tamizó en mallas de 2, 1 y 0.6 mm de abertura para separar y contar los organismos con mayor facilidad; además, se utilizó microscopía estereoscópica para observar las características de los ejemplares. Se debe mencionar que no existe una delimitación estricta entre los autores para considerar a un organismo como micromolusco. Sin embargo, el criterio utilizado fue reconocer como micromolusco aquel ejemplar que alcanza su pleno crecimiento con una talla máxima de 1 cm (García-Cubas, 1973 ; McLean, 1984).

Para la identificación de los moluscos se utilizaron distintas obras de consulta, tales como las de: Abbott (1974); Abbott y Dance (1986); Abbott (1994); Abbott y Morris (1995); Bernard (1983); Bour (1990); Dance (1989); Hickman y McLean

(1990); Keen y Coan (1974); Keen y Pearson (1952); Keen (1971); Knopf (1992); Knopf (1995); McLean (1978, 1984); Morris (1966); Olivier (1980); Sabelli (1992); Tinker (1974) y Wye (1989).

5.3.- Determinación de índices ecológicos

Con la información derivada de los muestreos se determinó de manera inicial el elenco sistemático y posteriormente se obtuvieron varios índices así como su variación en espacio y tiempo. Para el cálculo de los mismos, se utilizaron los programas de cómputo elaborados por Ludwig y Reynolds (1988) y el ANACOM(de la Cruz-Agüero, 1994).

5.3.1. Riqueza específica

La riqueza específica fue obtenida al enumerar las especies encontradas en cada punto de muestreo. Al realizar el análisis, nos proporciona información sobre las diferencias en la riqueza de especies obtenidas en cada una de las muestras así como su variación en espacio y tiempo.

5.3.2.- Abundancia relativa

La abundancia relativa es un indicador que nos permite jerarquizar que especies podrían ser dominantes dentro de un conjunto. En general se obtiene el valor de la abundancia relativa al considerar un determinado número de especies y el número total de organismos de cada una; finalmente, se trata de establecer la proporción o el porcentaje que corresponderá a cada especie con respecto al total de los individuos y determinar con ello su importancia. La fórmula empleada para la obtención de la abundancia relativa (A. R.) fue la siguiente:

$$A R_i = N_i / N \times 100$$

N_i =Número de organismos de la especie i

N =Número total de los organismos al considerar todas las especies.

5.3.3. Diversidad

Se obtuvo el índice de diversidad (H') de Shannon-Wiener (Ludwig y Reynolds, 1988) el cual es una medida del grado promedio de incertidumbre cuando se toma un individuo al azar tratando de predecir a que especie pertenecerá de una colección de especies que presentan un determinado número de organismos.

$$H' = - \sum_{i=1}^s p_i \log p_i$$

en donde p_i es la proporción de la abundancia de la especie i

la cual estaría respresentada por la siguiente expresión

$$p_i = N_i / N$$

N_i = Número de organismos de la especie i

N =Número total de organismos en la muestra

5.3.4.- Índice de equidad

El índice de equidad (J) aporta información respecto a la proporción media de abundancia que presentan las especies en una muestra, de tal manera que cuando todas las especies en una muestra son abundantes en la misma proporción observaríamos que el índice de equidad sería máximo y decrecería si la abundancia relativa de las especies fuera diferente (Ludwig y Reynolds, 1988). Así, la equidad sería la proporción entre la diversidad observada y la diversidad máxima esperada en la colección (Pielou, 1969; 1975 citado por De la Cruz-Agüero, 1994).

$$J=H'/H'max$$

$$H'=Diversidad \text{ de Shannon}$$

$$H'max=Diversidad \text{ máxima} = \log (S)$$

5.3.5. Índice de afinidad.

Al describir una comunidad podría resultar beneficiosa la comparación entre las muestras obtenidas, con el propósito de observar si hay variación en la combinación de especies que se encuentran en cada una al considerar los lugares de muestreo con respecto al tiempo o a su distribución espacial.

Si se busca identificar la heterogeneidad ambiental, tipos de habitat o clases bióticas resulta útil el emplear las técnicas de clasificación; que además permiten eliminar la información redundante (De la Cruz-Agüero, 1994).

Existen distintos índices, sin embargo el más utilizado para comunidades bentónicas es el de Bray Curtis, cuya naturaleza es de tipo cuantitativa (Washington, 1984).

$$d_{j,k} = \frac{\sum_{i=1}^z |X_{i,j} - X_{i,k}|}{\sum_{i=1}^z |X_{i,j} + X_{i,k}|}$$

5.3.6. Asociación interespecífica.

En una comunidad existen muchos factores bióticos y abióticos que influyen en la distribución, la abundancia y definitivamente en la interacción que se establece entre las especies. Los patrones de asociación se establecieron cuando algunas especies de manera conjunta evitan o seleccionan un ambiente en función de los factores bióticos o abióticos prevalentes (Ludwig y Reynolds, 1988).

Para conocer el comportamiento sobre la asociación de más de un par de especies Schluter (1984, citado por Ludwig y Reynolds, 1988), proporciona una prueba estadística de significancia (W) la cual se aproxima a una distribución de Chi-cuadrada. El mismo autor propone un enfoque al utilizar la proporción de una varianza (VR) derivada del modelo nulo de asociación, cuando se utiliza la prueba sobre la significancia de la asociación global en la comunidad (Ludwig y Reynolds, 1988).

$$VR = S^2 / \sigma^2$$

El valor esperado bajo la hipótesis nula de independencia es 1. Si el valor de VR es mayor que 1 esto sugiere que las especies exhiben una asociación de tipo positiva, y cuando este valor es menor que 1, este resultado sugiere una asociación negativa.

Para realizar este análisis se integró la información sobre la cobertura de cuatro géneros de corales hermatípicos y de las 15 especies de micromoluscos de mayor

abundancia y presencia en las tres barras, los cálculos se efectuaron sobre el tipo y grado de asociación.

Se consideraron además los siguientes índices recomendados para este tipo de estudio (Ludwig y Reynolds, 1988):

El índice de Ochiai (OI) (1957) el cual se basa en la media geométrica

$$OI = a / \sqrt{a+b} \cdot \sqrt{a+c}$$

El índice Dice (DI) (1945) el cual esta basado en la media armónica

$$DI = 2a / 2a+b+c$$

El índice de Jaccard (JI) que es la proporción del número de unidades de muestreo en donde ambas especies ocurren, al considerar el total de unidades donde al menos una de las especies se encuentra.

$$JI = a / a+b+c$$

donde, para los tres casos:

a=frecuencia en la que ambas especies aparecen simultaneamente

b=frecuencia con la que aparece solo la primera especie

c=frecuencia con la que aparece solo la segunda especie

d=frecuencia con la que ambas estan ausentes

Se realizó el cálculo de todos los índices, los cuales para verificar la posible asociación de las especies en cada par, plantea nuevamente el uso de una prueba de

chi cuadrada; el valor que se debe considerar adecuado para rechazar la hipótesis nula de no asociación será mayor de 3.84.

Otro análisis que se realizó para observar las posibles relaciones entre las especies fue utilizando una técnica de clasificación mediante el procedimiento aglomerativo por algoritmo flexible propuesto en ANACOM (de la Cruz-Agüero, 1994)

Posteriormente se realizó una correlación entre matrices y se consideraron los datos de abundancia total y las coberturas de dos géneros de coral hermatípico, el método no paramétrico que se utilizó fue el de Spearman, mediante el programa ANACOM (de la Cruz-Agüero, 1994).

5.4.- Análisis estadísticos

Con el propósito de probar la normalidad de los datos correspondientes a riqueza, diversidad y equidad, se realizó una prueba de bondad de ajuste de Kolmogorov-Smirnov. Cuando la normalidad fue probada se aplicaron pruebas de estadística paramétrica como es el análisis de varianza mientras que cuando se dudó de ésta, se realizó complementariamente una prueba de Kruskal-Wallis. Esto se hizo con el propósito de corroborar si las diferencias observadas en los índices podrían atribuirse a la variación en espacio o tiempo.

Para los análisis de varianza se consideraron dos temporadas en función de el cambio de la temperatura que se presenta en el Golfo de California: una cálida de mayo a octubre y otra templada de noviembre a abril, que se asocian con el ingreso y salida de las masas de agua del golfo. (Álvarez-Borrego y Schwartzlose, 1979; Flores-Ramírez et al., 1996).

6.- RESULTADOS

6.1.- Elenco Sistemático

Se obtuvieron un total de 598 organismos de los cuales 50 fueron macromoluscos, 431 fueron microgasterópodos, 117 micropelecípodos.

Los macromoluscos correspondieron a 5 familias, 6 géneros y 7 especies mientras que los micromoluscos estuvieron representados por ejemplares pertenecientes a 22 familias, 34 géneros y 47 especies.

Cada familia de los macromoluscos estuvo representada por un género, en las familias Conidae, Muricidae, Olividae, Thaididae y Pteriidae. En lo referente a los microgasterópodos hubieron 15, observándose una mayor representación de géneros en las familias Caecidae (4), Rissoidae (4), Cerithiidae (4) y Marginellidae (3), en la familia Scaphandridae se observaron 2 géneros y las restantes Eulimidae, Fissurellidae, Limacinidae, Phasianellidae, Pyramidellidae, Rissoellidae, Rissoinidae, Scaphandridae, Scissurellidae, Trochidae con solamente un género.

En el caso de los micropelecípodos, en cada una de las familias Arcidae, Cardiidae, Cooperellidae, Erycinidae, Kellidae, Mytilidae y Psammobiidae se registró un género y una especie por género.

A continuación se proporciona una lista de las familias, géneros y especies de los organismos colectados. Se utiliza la Clase a la cual pertenecen las distintas Familias, para la presentación de esta parte de los resultados. Únicamente se utilizan 2 títulos independientes de la clasificación normal para indicar que organismos son macromoluscos y cuales son micromoluscos ordenados alfabéticamente en cada Clase.

a. Macromoluscos

Clase: Gastropoda

Familia: Conidae

Género: *Conus*

Conus brunneus Wood, 1828

Conus princeps Linnaeus, 1758

Familia: Muricidae

Género: *Murex*

Murex elenensis Dall, 1909

Género: *Muricanthus*

Muricanthus princeps (Broderip, 1833)

Familia: Olividae

Género: *Oliva*

Oliva sp.

Familia: Thaididae

Género: *Thais*

Thais kiosquiformis (Duclos, 1832)

Clase: Pelecypoda

Familia: Pteriidae

Género: *Pinctada*

Pinctada mazatlanica (Hanley, 1856)

b. Micromoluscos

Clase: Gastropoda

Familia: Caecidae

Género: *Caecum*

Caecum compactum Carpenter, 1857

Caecum subimpressum Carpenter, 1857

Caecum sp.

Género: *Elephantanellum*

Elephantanellum heptagonum (Carpenter, 1857)

Elephantanellum liratocinctum (Carpenter, 1857)

Género: *Fartulum*

Fartulum bakeri Bartsch, 1920

Fartulum leave (C. B. Adams, 1852)

Fartulum sp.

Género: *Micranellum*

Micranellum sp.

Familia: Cerithiidae

Género: *Seila*

Seila assimilata (C. B. Adams, 1852)

Género: *Alaba*

Alaba jeannettae Bartsch, 1910

Género: *Triphora*

Triphora vanduzeei Baker, 1926

Cerithiopsis sp. 1

Cerithiopsis sp. 2

Familia: Eulimidae

Género: *Balcis*

Balcis sp.

Familia: Fissurellidae

Género: *Rimula*

Rimula mexicana Berry, 1969

Familia: Limacinidae

Género: *Limacina*

Limacina trochiformis (Orbigny, 1836)

Familia: Marginellidae

Género: *Granulina*

Granulina margaritula (Carpenter, 1857)

Género: *Granula*

Granula sp.

Género: *Cysticus*

Cysticus sp. 1

Cysticus sp. 2

Familia: Phasianellidae

Género: *Tricolia*

Tricolia cyclostoma (Carpenter, 1864)

Familia: Pyramidellidae

Género: *Odostomia*

Odostomia aepynota Dall & Bartsch, 1909

Odostomia grammatospira Dall & Bartsch, 1903

Odostomia mendozae Baker, Hanna & Strong, 1928

Familia: Rissoellidae

Género: *Rissoella*

Rissoella sp.

Familia: Rissoidae

Género: *Amphithalamus*

Amphithalamus inclusus Carpenter, 1865

Género: *Barleeia*

Barleeia alderi (Carpenter, 1857)

Barleeia sp.

Género: *Alvinia*

Alvinia compacta

Alvinia mutans (Carpenter, 1857)

Alvinia sp.

Familia: Rissoinidae

Género: *Rissoina*

Rissoina sp.1

Rissoina sp. 2

Familia: Scaphandridae

Género: *Acteocina*

Acteocina sp.

Género: *Cylichna*

Cylichna fantasma (Baker & Hanna, 1927)

Familia: Scissurellidae

Género: *Sinezona*

Sinezona rimuloides (Carpenter, 1865)

Familia: Trochidae

Género: *Solariella*

Solariella sp.

Familia: Vitrinellidae

Género: *Cyclostremiscus*

Cyclostremiscus planospiratus (Carpenter, 1857)

Género: *Omalogira*
Omalogira sp.

Clase: Pelecypoda

Familia: Arcidae

Género: *Barbatia*
Barbatia bailyi (Bartsch, 1931)

Familia: Cardiidae

Género: *Papyridea*
Papyridea aspersa (Sowerby, 1833)

Familia: Cooperellidae

Género: *Cooperella*
Cooperella subdiaphana (Carpenter, 1864)

Familia: Erycinidae

Género: *Lasaea*
Lasaea sp.

Familia: Kelliidae

Género: *Kellia*
Kellia suborbicularis (Montagu, 1803)

Familia: Mytilidae

Género: *Crenella*
Crenella divaricata (Orbigny, 1846)

Familia: Psammobiidae

Género: *Gari*
Gari sp.

6.2.- Riqueza específica

En relación a la riqueza de especies en macromoluscos los resultados de las observaciones al considerar la época de muestreo fueron los siguientes: En primavera se encontraron 5 especies, durante el verano unicamente se observaron 2 y en el otoño no se apreció ninguna.

Se obtuvo la riqueza de especies de micromoluscos para cada barra del arrecife y en cada estación del año (Tabla 1). Al considerar el efecto de las estaciones en cada barra, el valor mas alto fue de 30 especies y correspondió a la barra dos durante la primavera. Posteriormente en esta misma barra la riqueza disminuyó hasta un registro menor que se presentó en invierno con 5 especies.(Fig. 3)

Tabla 1. Registro sobre la riqueza de especies.
Se consideraron los datos totales en las tres barras durante las distintas estaciones del año.

	barra 1	barra 2	barra 3
primavera	24	30	19
verano	19	17	11
otoño	20	13	12
invierno	11	5	6

Durante la primavera se registró un número mayor de especies. En las barras uno y dos se denotó una riqueza mayor, al realizar una comparación con la barra tres. En la primera barra se presentó una ligera fluctuación de los valores de la riqueza durante las tres primeras estaciones, mientras que el mínimo ocurrió en el invierno, como se aprecia en la Tabla 1.

En general, la riqueza específica de micromoluscos es mayor en primavera, con una clara tendencia a disminuir hacia el invierno (Fig. 3). Si bien la barra dos presentó la mayor riqueza específica puntual, la barra uno presenta la menor

variación anual, en tanto que la barra tres presentó los valores mas bajos para el ciclo de estudio.

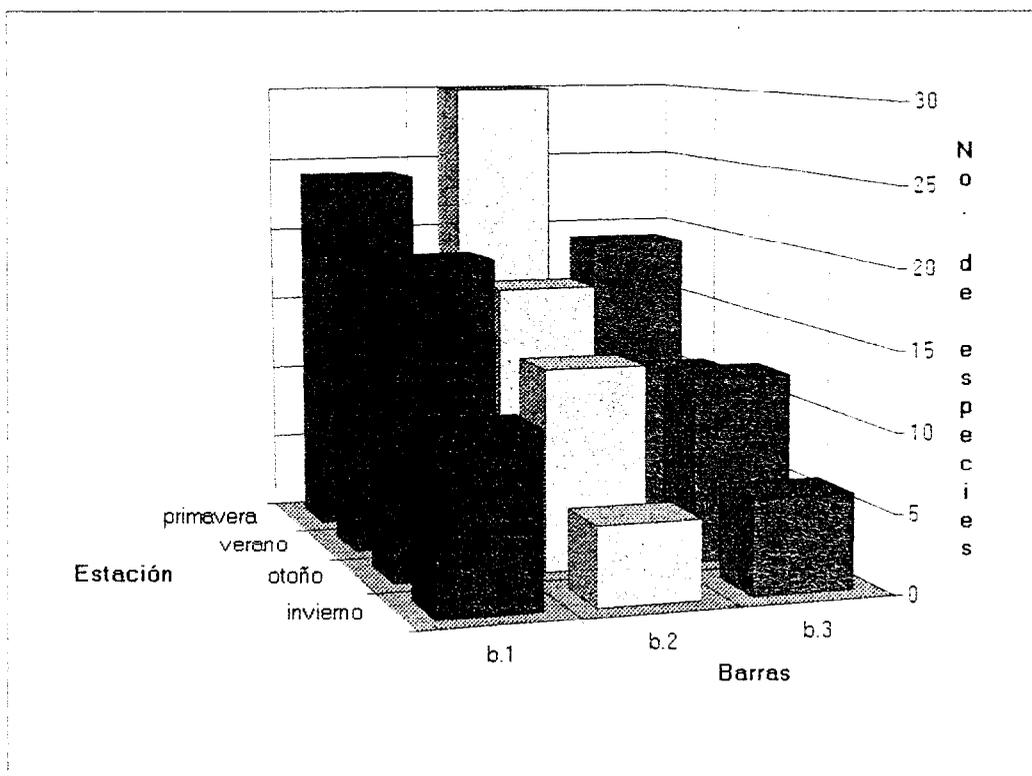


Figura 3. Variación de la riqueza de especies de micromoluscos en las muestras, al considerar las tres barras y las estaciones del año.

La prueba de Kolmogorov-Smirnov para los datos de riqueza indicó que no hay diferencias significativas con respecto a una distribución de tipo normal ($p > 0.20$). El análisis de varianza de tales datos mostró que no hay diferencias significativas entre las épocas ($p > 0.9268$); tampoco se observaron diferencias atribuibles a las barras ($p > 0.6121$) ni a la interacción de ambos factores ($p > 0.9384$).

Con el propósito de observar el comportamiento de la riqueza de las especies, se consideraron las zonas norte, centro y sur en la perspectiva de las zonas arrecifales con respecto a las épocas del año (tabla 2).

Tabla 2. Riqueza de especies al considerar los datos totales de micromoluscos en zonas norte, centro y sur.

	norte	centro	sur
primavera	27	30	4
verano	5	21	16
otoño	17	13	17
invierno	14	5	5

Se observó que durante la primavera se presentó el valor mas alto de 30 especies en la zona centro, mientras que en la en la zona sur ocurrió el registro menor con 4 especies en la misma época. De manera semejante, con valores mínimos de cinco especies, coincidieron las zonas centro y sur para la época de invierno. (Tabla 2)

A diferencia del análisis por barra, por zonas no se apreció un patrón tan consistente de variación espacio temporal. Sin embargo, se encontró que las zonas norte y centro presentaron en general una mayor diversidad con valores máximos en primavera y mínimos en invierno. La zona norte tuvo un valor menor en verano. En contraste, la zona sur presentó una riqueza menor, con valores máximos en verano y otoño así como mínimos en primavera e invierno (Fig. 4)

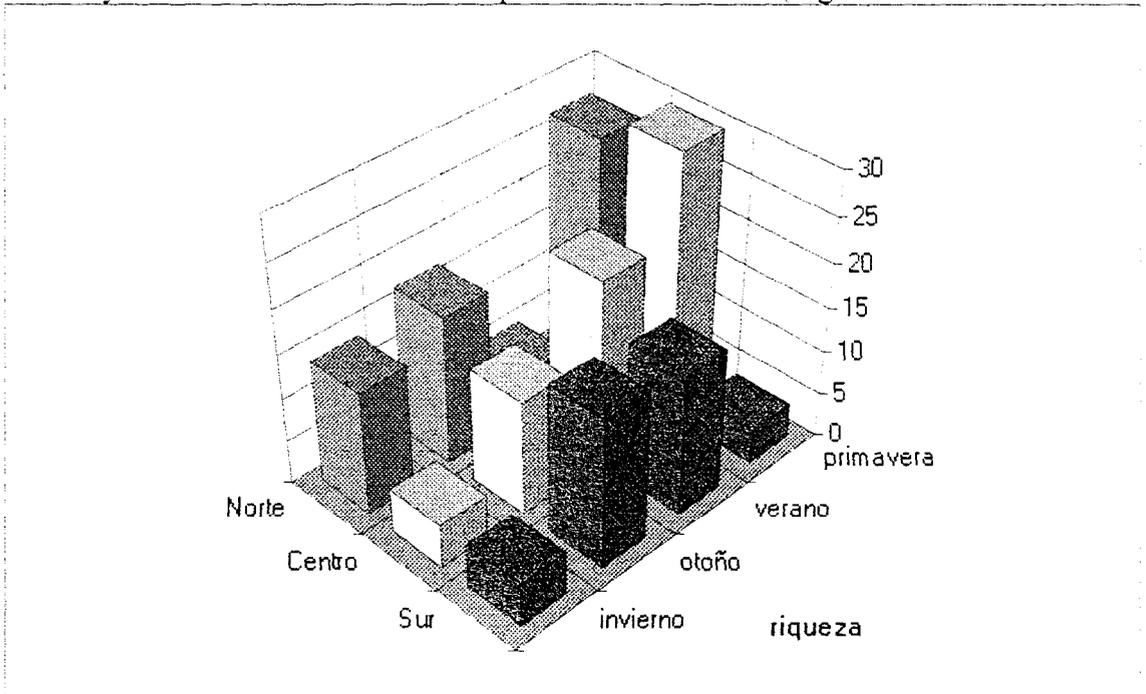


Figura 4. Variación de la riqueza de especies de micromoluscos en las muestras, al considerar las zonas norte, centro y sur durante las estaciones del año.

Los datos de riqueza por zona, indicaron que no había diferencias significativas con respecto a la distribución de tipo normal ($p > 0.20$). En el análisis de varianza de las zonas y épocas no hubieron diferencias significativas al considerar el factor estación ($p > 0.9036$), tampoco al considerar el factor zona ($p > 0.5784$), ni en la interacción de los mismos ($p > 0.3183$).

6.3.- Abundancia

Durante la realización de los transectos para determinar el porcentaje de cobertura coralina se hizo el registro de los macromoluscos presentes en el área de muestreo, esto se realizó durante tres fechas indicadas.(tabla 3)

Fecha	Barra/ Zona	Especie	
15/abril	1/Norte	4 <i>Thais kiosquiformis</i> 1 <i>Conus princeps</i>	
	1/Centro	1 <i>Conus brunneus</i>	
	1/Sur	Sin registro	
	2/Norte	Sin registro	
	2/Centro	Sin registro	
	3/Norte	25 <i>Conus princeps</i> 4 <i>Muricanthus princeps</i>	
	3/Centro	1 <i>Conus princeps</i> 1 <i>Pinctada mazatlanica</i>	
	3/Sur	Sin registro	
	30/julio	1/Norte	Sin registro
		1/Centro	Sin registro
1/Sur		Sin registro	
2/Norte		6 <i>Murex elenensis</i>	
2/Centro		Sin registro	
3/Norte		Sin registro	
3/Centro		1 <i>Murex elenensis</i>	
3/Sur.		Sin registro	
8/octubre	1/Norte	Sin registro	
	1/Centro	Sin registro	
	1/Sur	Sin registro	
	2/Norte	Sin registro	
	2/Centro	Sin registro	
	2/Sur	Sin registro	
	3/Norte	Sin registro	
	3/Centro	Sin registro	
	3/Sur	Sin registro	

Tabla 3. Resultado sobre el registro de macromoluscos al realizar tres muestreos en fechas diferentes durante 1993.

La mayoría de los organismos registrados se encontraron en la zona norte, un número menor de organismos en la zona centro y ninguno en la zona sur.

Tabla 3a. Registro sobre la abundancia de macromoluscos.
Se consideró el número total de organismos en las zonas norte, centro y sur.

	norte	centro	sur
primavera	34	3	0
verano	6	1	0
otoño	0	0	0

Al considerar las observaciones por barra, durante la primavera se encontró que en la barra uno hubo 6 organismos, ninguno en la barra dos y en la tres se presentaron 31. Durante el verano no se observaron organismos en la barra 1, hubo 6 en la barra 2 y solamente 1 en la barra 3. En el otoño no se encontraron organismos en las barras. Si se considera la época en la cual se realizaron las observaciones, se tiene que durante la primavera fue cuando se encontró un mayor número de organismos, durante el verano 7 y ninguno en otoño.

Tabla 3b. Registro sobre la abundancia de macromoluscos.
Se consideró el número total de organismos en las barras

	barra 1	barra 2	barra 3
primavera	6	0	31
verano	0	6	1
otoño	0	0	0

Con relación a los micromoluscos, en verano se presentó la abundancia mayor en la barra dos con un total de 79 organismos, en la barra uno se contaron 54, mientras que en donde se dió un registro menor fue en la barra tres con 17. En otoño vuelve a presentarse el valor mas alto en la barra dos con 76 ejemplares , el registro de la barra uno es de 56 y en la tercera barra tan solo se encuentran 20.

En primavera se registran 65 en la barra dos, 60 en la barra uno y 48 en la barra tres. Los registros menores se presentaron en invierno ya que el valor mas alto fue en la barra uno con 24 ejemplares, en la dos 5 y en la última 7. (Tabla 4 y Fig.5)

Tabla 4. Registro sobre abundancia de micromoluscos.
Se consideró el número total de organismos durante cada estación del año en cada una de las barras.

	barra 1	barra 2	barra 3
primavera	60	65	48
verano	54	79	17
otoño	56	76	20
invierno	24	5	7

En general los valores mas altos se presentaron en la barra dos y fue en la estación cálida cuando se encontró el valor de 79.

Los valores de abundancia menor se encontraron en las barras dos y tres durante el invierno. Asi mismo se observó que en la barra tres se presentó una abundancia menor en general, al realizar una comparación con los datos registrados para las otras dos barras.

En la barra dos se presenta una abundancia mayor general durante la primavera, el verano y el otoño, y durante esas mismas estaciones en la primera barra la fluctuación en los valores de abundancia no es muy amplia. (Fig. 5)

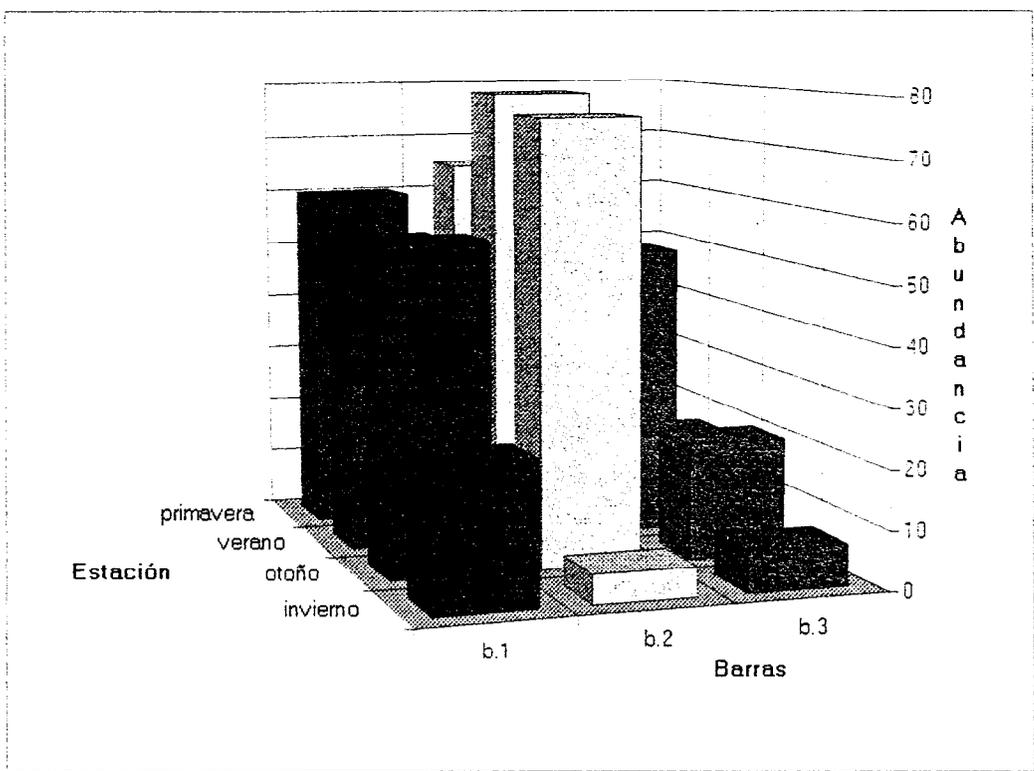


Figura 5. Variación de la abundancia de las especies de micromoluscos en las muestras, se consideran las tres barras y las estaciones del año.

La prueba de Kolmogorov-Smirnov para los datos de abundancia por barra, indicaron que la distribución fue de tipo normal ($p > 0.20$). En el análisis de varianza se obtuvo que no hubo diferencias significativas al considerar el factor estación ($p > 0.2958$), tampoco al considerar el factor barra ($p > 0.1918$), ni en la interacción de ambos ($p > 0.361$).

Con respecto a las zonas el resultado mostró que la zona centro presenta la abundancia mayor durante la primavera con 109 organismos, mientras que en el invierno ocurrió el registro menor que fue de 5 individuos. (Tabla 5)

Tabla 5. Registro de la abundancia de micromoluscos.
Se consideró el número de total de organismos durante cada estación del año en zonas con orientación norte, centro y sur.

	norte	centro	sur
primavera	58	109	6
verano	8	63	79
otoño	37	15	100
invierno	23	5	8

En la zona norte se observó un número menor de organismos, la excepción ocurrió durante el invierno ya que el dato fue el mayor (23 organismos) para las tres zonas. Sin embargo, en esta zona se advirtió una mayor fluctuación en abundancia que no obedece a un patrón claramente estacional. En la zona sur, durante el otoño, se presentó el mayor registro de organismos (100); durante la primavera y el invierno solo se encontraron pocos ejemplares, 6 y 8 respectivamente.

En general, la abundancia disminuyó de primavera a invierno en las zonas norte y centro, mientras que en la zona sur el menor se encontró tanto en primavera como en invierno, en tanto que la abundancia mayor se da en otoño y verano

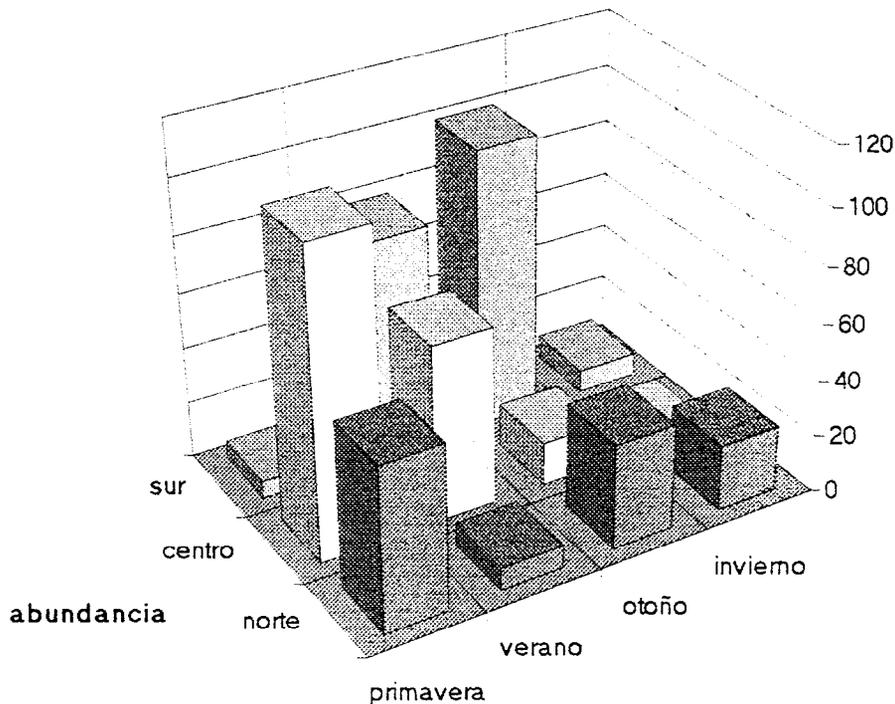


Figura 6. Variación de la abundancia de especies de micromoluscos en las muestras, al considerar las distintas estaciones del año y las zonas con orientación norte, centro y sur.

6.4.- Dominancia

De manera global los resultados indican que las especies de micromoluscos dominantes son: *Lasaea* sp.(19.57%), seguida de *Amphithalamus inclusus* (9.79%), *Alvinia compacta* (8.22%) y *Alvinia* sp. (7.24%); se observa que las diferencias en el porcentaje correspondiente a las especies subsiguientes fueron menos notorias como en el caso de *Alaba jeannettae* (4.89%), *Caecum compactum* (4.50 7%), *Barleeia alderi* (3.72%), *Caecum* sp. (3.52) y *Caecum subimpressum* (3.13%). (Fig. 7)

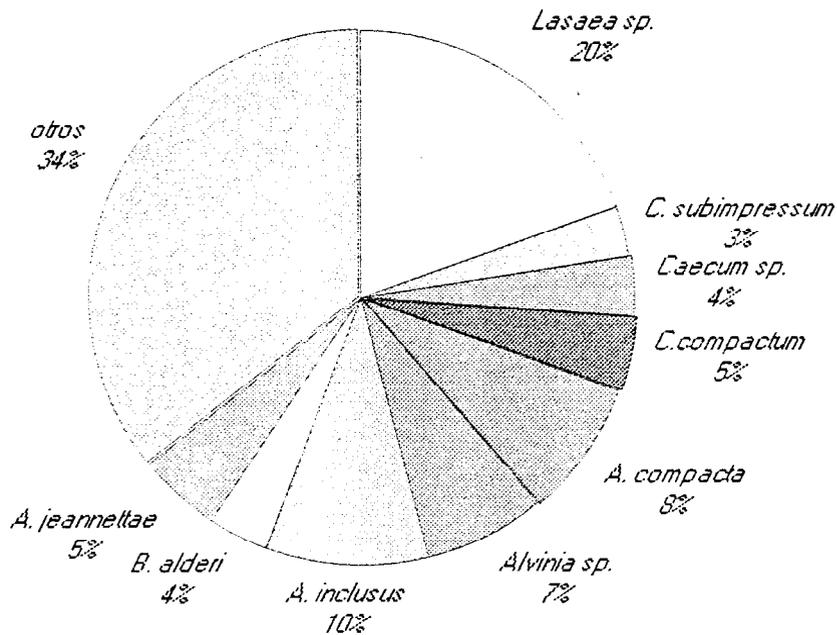
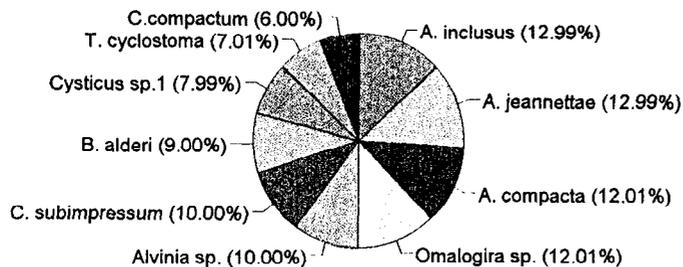
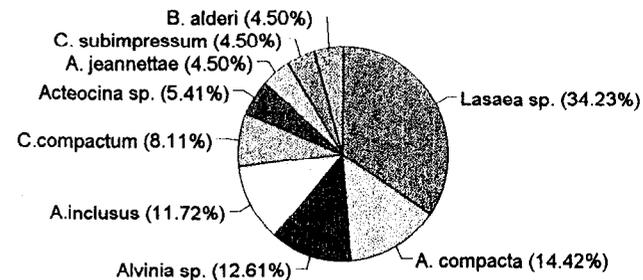


Figura 7a. Representación de la dominancia simple de 9 especies que tuvieron mayor representatividad en los muestreos.

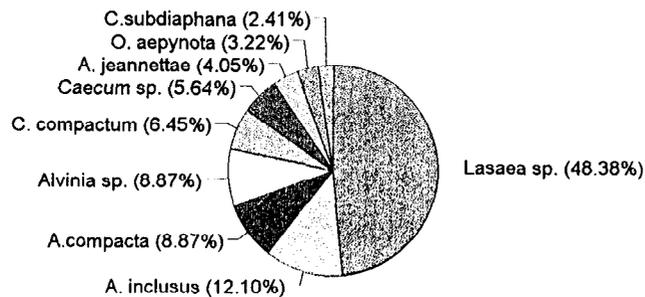
PRIMAVERA



VERANO



OTOÑO



INVIERNO

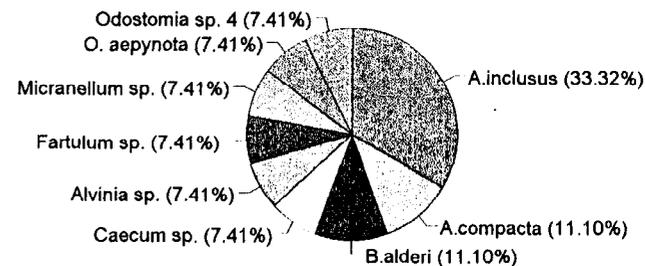


Figura 7b. Especies de micromoluscos dominantes por época del año

6.5.- Diversidad

La diversidad ecológica por barra y época del año varió de un máximo de 3.144 beles/ind. en la barra dos durante la primavera, a un mínimo de 1.178 beles/ind. en la misma barra, pero en otoño.

Tabla 6. Datos de diversidad unidades beles/ind.
Para su cálculo se consideró la información sobre todos los micromoluscos, empleando el índice de Shannon-Wiener.

	barra 1	barra 2	barra 3
primavera	2.93	3.144	2.6
verano	2.554	2.067	2.196
otoño	2.493	1.178	2.246
invierno	2.184	1.609	1.747

En primavera se presentaron los registros mas altos en todas las barras y en invierno los valores menores, con excepción del dato registrado en otoño en la segunda barra.

La diversidad biológica en la primera y segunda barra tuvo una fluctuación menor en comparación con la segunda en donde se observaron los cambios mas notables.(Fig. 8)

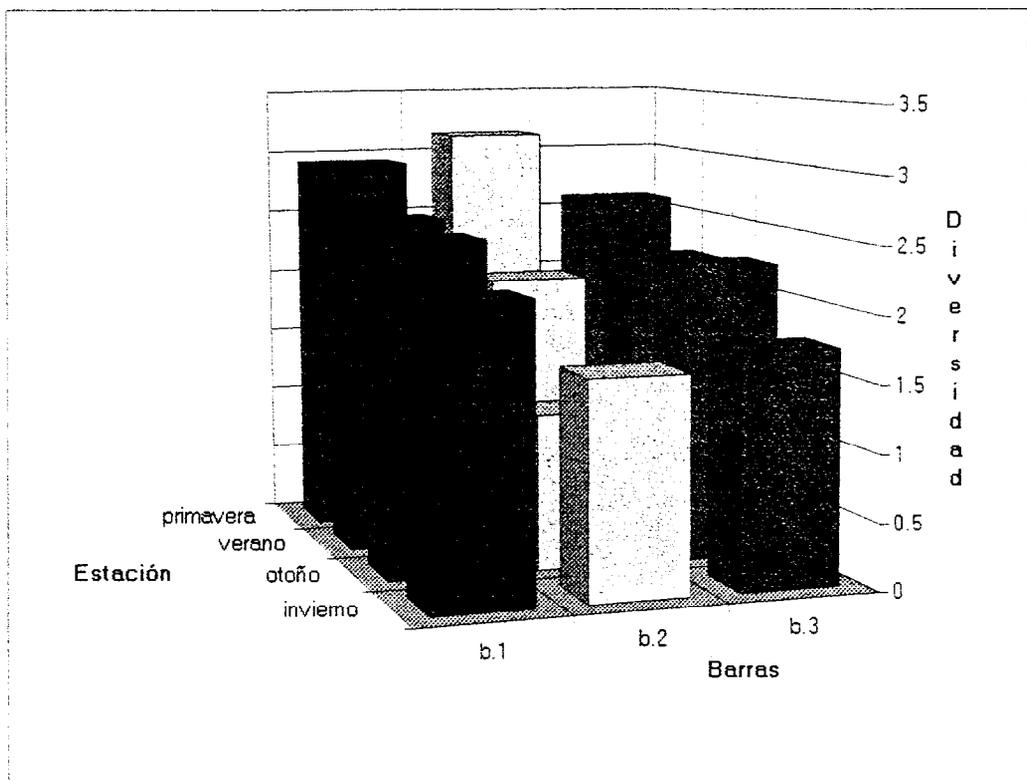


Figura 8. Variación de la diversidad de micromoluscos en las muestras al utilizar el índice propuesto por Shannon-Wiener, se consideran las tres barras y las estaciones del año.

Al aplicar la prueba de Kolmogorov-Smirnov con los índices de diversidad se obtuvo una $p > 0.20$, por lo que se consideró que los datos presentaron una distribución de tipo normal. Al realizar el análisis de varianza de los índices de diversidad de la micromalacofauna, el valor de probabilidad para el tratamiento de tiempo fue de 0.5063 por lo que no fue significativa. En el tratamiento espacio no hubo diferencia significativa ya que el valor obtenido de probabilidad fue 0.4848, ni en la interacción de los dos tratamientos ya que el valor de la probabilidad fue 0.6174.

Se obtuvo la diversidad al considerar zona norte, centro y sur en cada estación. El valor más alto se presentó en la primavera en las zonas norte y centro. El valor menor se encontró durante esta misma estación, en la zona sur. (Tabla 6a.)

Tabla 6a. Datos de diversidad unidades beles/ind.
 Para su cálculo se consideró la información sobre todos los micromoluscos, empleando el índice de Shannon-Wiener.

	norte	centro	sur
primavera	3.097	3.097	1.242
verano	1.494	2.734	2.052
otoño	2.562	2.488	1.680
invierno	2.362	1.609	1.560

Al aplicar la prueba de Kolmogorov-Smirnov a los índices de diversidad se obtuvo un valor de $p > .20$ por lo que se consideró que la distribución era de tipo normal. En el análisis de varianza no se evidenció efecto al considerar el factor tiempo (0.983), ni al factor zona (0.1665) y tampoco en la interacción de ambos tratamientos (0.3894).

Durante la primavera se presentan los valores mayores y hacia el invierno los menores, en promedio en la zona centro se tienen los valores mas altos con respecto a las otras dos zonas, sin embargo en la zona sur estos valores tienden a ser menores. (Fig. 8a)

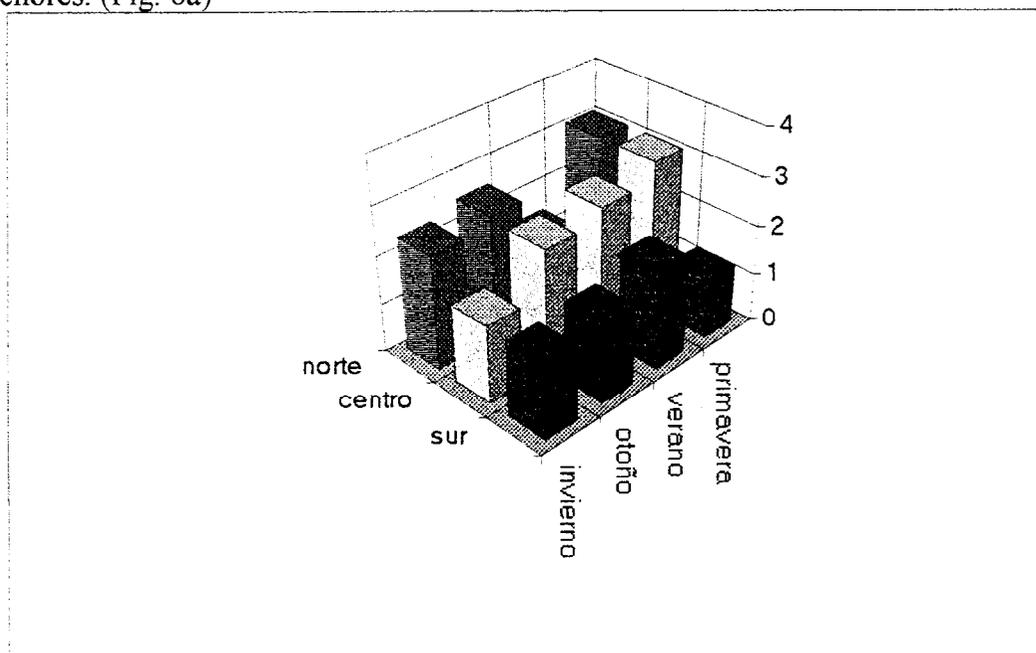


Figura 8a. Variación de la diversidad de micromoluscos en las muestras al utilizar el índice propuesto por Shannon-Wiener, se considera zona norte, centro, sur y las estaciones del año.

6.6.- Equidad

El valor mayor de la equidad se presentó en la segunda barra durante el invierno, y el menor en la misma barra durante el otoño, en general se observó que los valores de la equidad que tuvieron una mayor fluctuación fueron los de la segunda barra con respecto a las otras en donde fue menos evidente esta situación (Tabla 7).

Tabla 7. Datos obtenidos sobre equidad.
Se utilizaron los valores observados en micromoluscos.
durante las cuatro estaciones del año y su variación en espacio.

	barra 1	barra 2	barra 3
primavera	0.922	0.924	0.883
verano	0.867	0.729	0.916
otoño	0.832	0.459	0.904
invierno	0.910	0.999	0.975

Al observar los datos obtenidos y considerar las estaciones se advierte que durante el otoño se obtuvo la mayor fluctuación, y durante el invierno se denota que los valores obtenidos fueron los mas altos. En los demás puntos considerados se mantuvieron fluctuaciones menos marcadas.(Fig. 9)

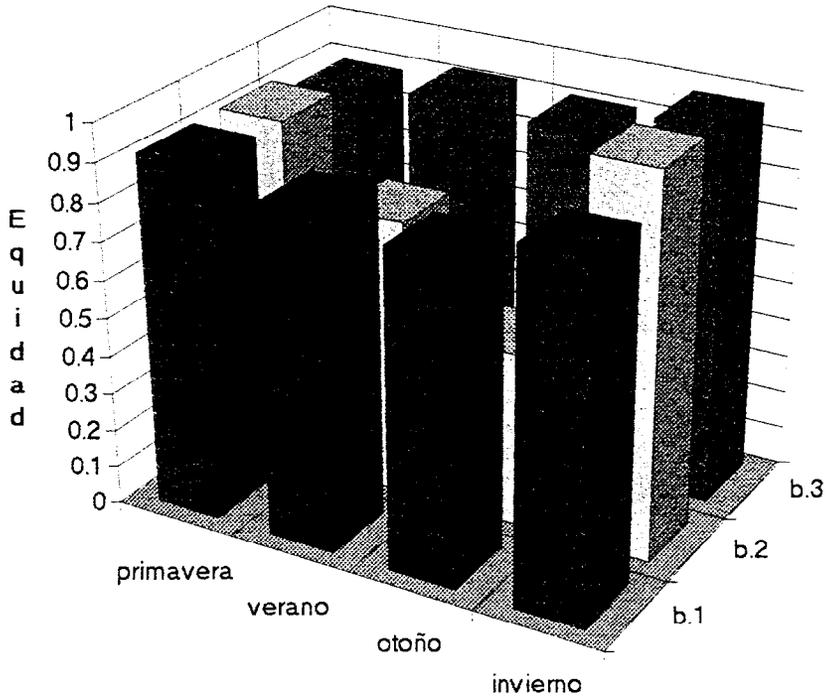


Figura 9. Variación del índice de equidad durante los muestreos efectuados en micromoluscos. se consideran las tres barras y las estaciones del año.

Se aplicó la prueba de Kolmogorov-Smirnov a los índices de equidad, el valor de p fue mayor de 0.20, por lo que se consideró que los datos presentaron una distribución de tipo normal. En el análisis de varianza que se realizó con los valores del índice de equidad al conjuntar todos los micromoluscos, se tuvo un valor de probabilidad de 0.02264 en relación al tratamiento tiempo, por lo que se considera que hubo un efecto significativo. En el tratamiento espacio se obtuvo un valor de probabilidad de 0.1291 considerando que no se denotó una diferencia significativa en cuanto a los índices de equidad dada la distribución de los organismos entre las barras.

Respecto a la interacción de los tratamientos el valor de la probabilidad fue de 0.05596 por lo que tampoco se observó un efecto en esta interacción.

Se obtuvo la equidad de la zonas norte, centro, sur con respecto a las estaciones del año y el valor mas alto se presentó en el invierno en la zona centro (1.000), el valor menor se obtuvo durante el otoño en la zona sur (0.593). (Tabla 7a)

Tabla 7a. Datos obtenidos sobre equidad.
Se utilizaron los valores observados en micromoluscos.
durante las cuatro estaciones del año y su variación en espacio.

	norte	centro	sur
primavera	0.940	0.911	0.896
verano	0.928	0.898	0.740
otoño	0.904	0.970	0.593
invierno	0.895	1.000	0.969

Al aplicar la prueba de Kolmogorov-Smirnov con los índices de equidad, se obtuvo una $p < .10$ por lo que se consideró que presentaba una distribución de tipo normal. En el análisis de varianza todos los valores tuvieron una diferencia significativa. En el factor tiempo el valor fue de 0.0312, en el factor zona el valor fue 0.0297 y en la interacción de ambos tratamientos se tuvo un valor de 0.03578.

De manera general se observa que en la zona norte se presentaron los valores mas altos, y en la zona sur los menores. La zona centro mantuvo una posición intermedia con respecto a estos valores con la excepción del invierno que fue el mas alto en general.(Fig. 9a.)

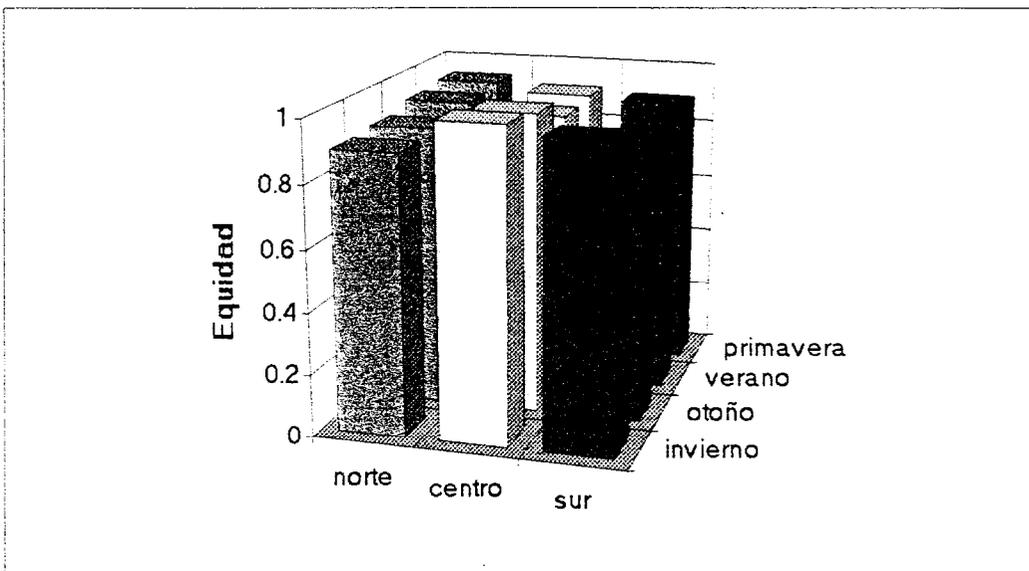


Figura 9a. Variación del índice de equidad durante los muestreos efectuados en micromoluscos, se considera zona norte, centro, sur y las estaciones del año.

6.7.- Afinidad Espacial.

El resultado en el análisis de Bray-Curtis indica que las barras que presentaron un mayor índice de afinidad por sus características fueron la segunda y la tercera a un nivel de 0.584.

Al aplicar el análisis y considerar las zonas, el resultado fue que la relación mas cercana se establece con la zona norte y la centro a un nivel de 0.453.

6.8.- Asociación entre especies.

Por el valor obtenido en cuanto a la proporción de varianza al considerar todas las especies, se observó una asociación global de tipo positiva, pues el valor obtenido en el cálculo fue de 3.013, que al ser mayor que 1, sugiere una tendencia hacia la asociación de tipo positiva.

La prueba W como parte complementaria de la prueba estadística de asociación nos dio un valor de 75.33 ($p < 0.01$), por lo que se valida que efectivamente existe una asociación positiva entre las especies que constituyen esta comunidad. De

acuerdo con tablas de contingencia (Tabla 9), donde se compararon por pares cada una de las 15 especies dominantes del microbentos, con respecto a los 2 géneros de coral hermatípico cuya distribución y abundancia fue más notable en el área tenemos puntos sobresalientes a considerar.

La lista de las especies consideradas para el análisis de la asociación de especies se presenta en la tabla 8. Los quince primeros corresponden a micromoluscos y los últimos son géneros de corales hermatípicos.

1. <i>Caecum subimpressum</i>	10. <i>Cysticus sp.1</i>
2. <i>Elephantanellum heptagonum</i>	11. <i>Alaba jeannetae</i>
3. <i>Caecum sp.</i>	12. <i>Rissoina sp.2</i>
4. <i>Caecum compactum</i>	13. <i>Sinezona rimuloides</i>
5. <i>Fartulum sp.</i>	14. <i>Cooperella subdiaphana</i>
6. <i>Alvinia compacta</i>	15. <i>Lasaea sp.</i>
7. <i>Alvinia sp.</i>	géneros de coral
8. <i>Amphithalamus inclusus</i>	16. <i>Pocillopora spp.</i>
9. <i>Barleeia alderi</i>	17. <i>Porites panamensis</i>

Tabla 8. Ordenamiento de las especies que se consideraron en el analisis sobre asociación de especies de micromoluscos y 2 géneros de corales hermatípicos.

El valor más notable en los tres índices que se utilizaron para mostrar el tipo de asociación, se presentó entre los corales *Pocillopora spp.* y *Porites panamensis* (Ochiai 0.956, Dice 0.955 y Jaccard 0.913). El valor de la prueba de chi cuadrada fue mayor que 3.84 por lo que se rechazó la hipótesis nula de no asociación, por lo que es significativa y de tipo positiva.

Los valores de los índices que se presentaron de *Caecum subimpressum* con las demás especies indicaron asociaciones de tipo positivo con *Alvinia compacta* (Ochiai 0.577, Dice 0.500 y Jaccard 0.333), *Alvinia sp.* (Ochiai 0.598, Dice 0.526 y Jaccard 0.357) y con *Cysticus sp.1* que fue la más notable (Ochiai 0.632, Dice 0.615 y Jaccard 0.444). La relación de esta especie con los géneros de coral no fue

muy evidente, ya que los valores de chi cuadrada indicaron la aceptación de la hipótesis nula de no asociación entre las especies, no obstante que los valores de los índices mostraron una tendencia positiva con el primer género y negativa con los otros tres.

Se advirtió que entre *Elephantanellum heptagonum* y *Caecum sp.* existió una relación de tipo positiva (Ochiai 0.808, Dice 0.789 y Jaccard 0.652) lo mismo que con *Fartulum sp.* (Ochiai 0.500, Dice 0.500 y Jaccard 0.333), *Barleeia alderi* (Ochiai 0.567, Dice 0.545 y Jaccard 0.375), *Cysticus sp.1* (Ochiai 0.707, Dice 0.667 y Jaccard 0.500), *Alaba jeannetae* (Ochiai 0.530, Dice 0.500 y Jaccard 0.333) y *Sinezona rimuloides* (Ochiai 0.567, Dice 0.545 y Jaccard 0.375). En relación con los géneros de coral se aceptó la hipótesis nula de no asociación.

Caecum sp. se relacionó positivamente con *Alvinia compacta* (Ochiai 0.701, Dice 0.692 y Jaccard 0.529), con *Alvinia sp.* (Ochiai 0.725, Dice 0.720 y Jaccard 0.563) y con *Barleeia alderi* (Ochiai 0.684, Dice 0.667 y Jaccard 0.500). En relación a los valores de los índices con los géneros de coral se presentaron por debajo del límite establecido.

En el análisis que correspondió a *Caecum compactum* se presentaron índices con valores importantes, solo que por el valor de la chi cuadrada no se aceptó en ningún caso que existiera asociación positiva o negativa.

Fartulum sp. se asoció positivamente con *Alaba jeannetae* (Ochiai 0.530, Dice 0.500 y Jaccard 0.333), ya que es el único índice donde se denotó asociación. Sin embargo, su relación con los géneros de coral, no fue significativa

Alvinia compacta presentó una asociación positiva con las siguientes especies con *Alvinia sp.* (Ochiai 0.828, Dice 0.828 y Jaccard 0.706), *Amphithalamus inclusus* (Ochiai 0.788, Dice 0.786 y Jaccard 0.647), *Barleeia alderi* (Ochiai 0.683, Dice

0.636 y Jaccard 0.467), *Rissoina sp.2* (Ochiai 0.577, Dice 0.500 y Jaccard 0.333), *Sinezona rimuloides* (Ochiai 0.683, Dice 0.636 y Jaccard 0.467). Una asociación de tipo negativa con *Lasaea sp.* (Ochiai 0.195, Dice 0.182 y Jaccard 0.100).

Alvinia sp. se relacionó positivamente con *Amphithalamus inclusus* (Ochiai 0.741, Dice 0.741 y Jaccard 0.588) y por el valor obtenido de chi cuadrada al relacionarla con los géneros de coral se aceptó la hipótesis nula de no asociación.

Amphithalamus inclusus tuvo asociaciones de tipo positivo con *Barleeia alderi* (Ochiai 0.629, Dice 0.600 y Jaccard 0.429) y con *Sinezona rimuloides* (Ochiai 0.629, Dice 0.600 y Jaccard 0.429). Con *Lasaea sp.* se presentó una asociación de tipo negativo (Ochiai 0.105, Dice 0.100 y Jaccard 0.053). El valor de la chi cuadrada al relacionar esta especie con los géneros de coral fue menor de 3.84, por lo que se aceptó la hipótesis nula de no asociación.

Barleeia alderi mostró asociación de tipo positiva con *Cysticus sp.1* (Ochiai 0.668, Dice 0.667 y Jaccard 0.500) y *Sinezona rimuloides* (Ochiai 0.571, Dice 0.571 y Jaccard 0.571). Por el valor que se obtuvo de la chi cuadrada en los casos sobre géneros de coral, se aceptó la hipótesis nula de no asociación.

Cysticus sp.1 presentó una asociación positiva con *Sinezona rimuloides* (Ochiai 0.668, Dice 0.667 y Jaccard 0.500) y no hubo evidencias de asociación con respecto a los géneros de coral.

En el caso de *Alaba jeannetae* esta especie exhibió una asociación de tipo positivo con *Rissoina sp. 2* (Ochiai 0.632, Dice 0.615 y Jaccard 0.444) y no se mostró una asociación evidente con respecto a los géneros de coral.

Rissoina sp.2 presentó una asociación de tipo positiva con *Sinezona rimuloides* (Ochiai 0.676, Dice 0.667 y Jaccard 0.500) y no denotó algún tipo de asociación con los géneros de coral.

Lasaea sp. mostró una asociación de tipo negativa con *Pocillopora* spp. (Ochiai 0.394, Dice 0.333 y Jaccard 0.200).

En el mismo sentido, pero al considerar los valores de la abundancia de micromoluscos y cobertura de dos géneros de coral, el análisis de correlación de Spearman mostró que 64 de las 120 combinaciones revelaron una relación significativa (Tabla). Del mismo modo se advirtió que existen tres situaciones diferentes, las especies de micromoluscos que aparentemente no tienen relación con los corales hermatípicos, otras cuya relación con el género *Pocillopora* es estrecha y el tercer grupo que se relaciona mas estrechamente con *Porites*.

Los resultados de la prueba de correlación entre dos matrices (abundancia de las especies de micromalacofauna por estación y cobertura de coral) utilizando el coeficiente de Spearman, nos indican que se observan tres tipos de tendencias. Los que se relacionan con el género *Pocillopora*, los que lo hacen con el género *Porites* y los que no estan relacionados con estos géneros. El número total de coeficientes fue de 120, y mas del 50% presentó un valor del coeficiente que denotaría una relación.

7.- Discusión.

Un punto que debe comentarse se refiere al tipo de muestreo que se realizó en este trabajo para la recolecta de sedimento y su posterior análisis para la determinación de micromoluscos. Era evidente que al realizar la toma de muestras debería hacerse de manera similar a lo largo de todo el trabajo con el propósito de efectuar posteriormente comparaciones entre las muestras para observar su uniformidad, semejanza o diferencia, tanto en ésta como en otras investigaciones. (Llorente, 1994; M. Foster, 1995 comunicación personal). Sin embargo, el tipo de

fondo en esta zona de estudio presenta características difíciles por las irregularidades topográficas al tratar de tener un control estricto en la toma de muestras, pues la base que sustenta la implantación del arrecife es roca basáltica y en varias ocasiones no se presentó sedimento suficiente para la obtención de las muestras o lo había en pequeñas cantidades. Por esta razón se tomó como unidad de muestreo el número total de organismos observados por cada centímetro cúbico y con ello sacar un tamaño de muestra de acuerdo a la varianza obtenida durante el primer muestreo. Bailey (1995) comenta que se piensa que derivar información de muestras pequeñas es poco fiable, sin embargo, en ocasiones las condiciones ambientales pueden ser variables en tiempo y espacio por lo que una homogeneidad razonable únicamente se puede lograr al realizar un montaje o diseño comparativamente pequeño

Basados en la gran demanda de tiempo que implica la separación de organismos con la ayuda del estereoscopio, en ocasiones es importante estimar el tiempo-esfuerzo en la revisión de muestras de sedimento, pues hasta el momento son pocos los trabajos que se han realizado con el propósito de separar más fácil y rápidamente este tipo de organismos. Robinson y Chandler (1993) proponen un método seguro y efectivo para realizar esto por medio de la flotación de los organismos y su posterior separación. Sin embargo, su método es muy caro debido a la sustancia que se utiliza para este proceso.

Como parte de los objetivos se quería conocer y determinar que especies de macromoluscos se localizaban en Cabo Pulmo en la actualidad. Para abordar esta parte de la investigación se utilizaron cuadrantes a lo largo de un transecto como uno de los métodos más frecuentemente utilizados en este tipo de estudios (Reyes Bonilla 1990, 1993) ya que al mismo tiempo se deseaba contar con la información

sobre la cobertura coralina para un posterior análisis sobre relación interespecífica. Los resultados en cuanto a su registro proporcionaron información de solo 6 especies y 44 organismos en las tres épocas de muestreo, los que fueron cotejados con la lista sobre el grupo de las especies encontradas en otra investigación realizada en el lugar por Brusca y Thomson (1975) y posteriormente por Arizpe y Alvarez (1987). Resulta preocupante el hecho de que muchos de estos organismos tal vez han sido extraídos del arrecife como alimento, adorno, para colecciones o artesanías, como también se comenta que sucede en otros arrecifes (Sorokin, 1995) por lo que sus poblaciones han disminuido considerablemente.

Existe información sobre diversos aspectos en moluscos, sin embargo si observamos las listas de las especies en los trabajos que se han publicado de la zona o puntos cercanos, no se aborda el estudio de la micromalacofauna, con excepción de un trabajo publicado por Vicencio-Aguilar y Ortiz-Gallarza en 1995 para la isla Espíritu Santo. La información faunística disponible permite corroborar el ámbito de distribución de la mayoría de las especies de micromoluscos aquí reportadas. Sin embargo algunas de las especies encontradas deberán ser objeto de estudio e investigación posterior con el auxilio que proporcionen museos o expertos en la materia. Tal es el caso de *Omalogira* cuya distribución se reporta en el Océano Atlántico (Abbott, 1974), dicho espécimen se consideró como del género *Vitrinella* en este trabajo, aunque definitivamente las características que presenta no corresponden con ninguna de las especies del género reconocidas hasta el momento para la Costa del Pacífico.

De la misma manera se encontraron especies que no están registradas para la región, como es el caso de *Fartulum leave* cuya distribución previamente reportada es de Mazatlán a Panamá, *Caecum subimpressum* cuya distribución conocida es

desde Cabo San Lucas hasta Mazatlán, así como *Caecum compactum* y *Alvinia mutans* cuya localidad conocida se ubica en Mazatlán, Sinaloa (Keen, 1971). Así mismo, la distribución reportada para *Alvinia compacta* se sitúa de las Islas Aleutianas en Alaska, hasta la parte norte de Baja California de acuerdo a McLean, (1978).

En el caso de los micromoluscos se observó que en la segunda barra se presentó de manera general una mayor riqueza y abundancia lo cual podría deberse a que esta barra ofrece las condiciones más favorables en cuanto a ubicación, profundidad y luz. Sin embargo, el análisis de la varianza, al considerar como efecto la barra, indica que las diferencias no son significativas.

Al considerar la riqueza y abundancia por zonas, los resultados mostraron que en la zona norte y centro fue donde se obtuvieron los valores mayores. En la zona sur se presentó consistentemente un número menor, pero al aplicar el análisis de varianza el resultado indicó que la diferencia no era significativa.

Inicialmente se consideró que posiblemente hacia las barras dos y tres, que tienen una posición más lejana de la costa, se encontraría un mayor número de especies debido a que las condiciones en estas barras presentan mayor estabilidad, en comparación con la barra uno la cual está sujeta a un cambio más evidente en sus condiciones físicas (marea, oleaje). Esta barra llega a quedar expuesta cuando baja la marea y por lo mismo existe mayor movimiento por las corrientes y la rompiente que ahí se generan.

Brusca y Thomson (1975) consideraron que la falta de crecimiento del arrecife hacia el norte de la bahía se debía posiblemente a que las formaciones poco profundas llegaban a quedar expuestas con las mareas bajas de primavera, por lo que muchos de los organismos que habitaran en esa parte del arrecife se verían

afectados cuando esto ocurriera. En el lugar se observa que cuando la marea baja la parte superior de la barra uno queda expuesta, generándose además, movimientos turbulentos por el choque de las olas contra la estructura. Esta situación podría ser la explicación de la presencia del agrupamiento de organismos en algunos puntos de la primera barra debido al tamaño de los mismos, esto podría propiciar que en ocasiones existiera un mayor desplazamiento por arrastre con la concentración subsecuente de los mismos en determinados puntos a lo largo de esta barra.

Al respecto, existen algunas opiniones como la de Valiela (1995), quien expresa que las poblaciones bentónicas pueden ser afectadas por la acción de consumidores y el abastecimiento de recursos, así como por la acción de las olas y la desecación que pueden ser cruciales en la determinación de que especies están presentes en determinado lugar. García-Cubas (1987) comenta que la distribución de las distintas especies en relación con sus hábitos de vida, parece estar controlada primordialmente por el movimiento de la masa de agua que las afecta directamente. Vermeij (1995) también se suma a la opinión de que las olas y las corrientes afectan a los bivalvos en ríos, lagunas y aguas marinas poco profundas. Sin duda que todo este tipo de situaciones se deben considerar al tratar de entender o explicar la distribución que se observa en los organismos pertenecientes a un sistema tan complejo como lo es un arrecife coralino.

Debe señalarse que el no detectar diferencias significativas en los tratamientos considerados, seguramente se debe al tamaño de muestra manejado, ya que de aplicar una prueba de poder (no realizada) esta nos indicaría que necesariamente tendríamos que aumentar el tamaño de nuestra muestra para observar la diferencia, de existir, entre los factores la cual queda enmascarada al considerarse la hipótesis nula como cierta o dicho en otras palabras que no hay diferencias significativas

entre los resultados obtenidos para riqueza y diversidad con respecto a la barra o la zona en donde se llevó a cabo el muestreo.

Al analizar el tipo de asociación que se presenta entre las especies de micromoluscos y el coral hermatípico, destacan que entre los géneros de corales hermatípicos existen asociaciones de tipo positivo.

El valor de los índices que se obtuvo de la asociación correspondiente a los micromoluscos no fue elevado como el que se dió en el caso de la asociación entre corales, sin embargo el valor de la chi cuadrada indicó que era evidente que este tipo de relaciones existían entre los organismos considerados, debido a que los micromoluscos las presentaron de distintos tipos. *Alvinia compacta* fue la especie que mostró un mayor número de asociaciones que fueron 8 de orden positivo con otras especies de micromoluscos. Algo que resulta notable es la relación que se establece de esta especie con otras tres, y las cuatro pertenecen a la misma familia como si la ubicación entre ellas fuera muy cercana o los requerimientos en cuanto a las condiciones para su estancia o desarrollo en un ambiente fueran similares.

Se considera necesario realizar un análisis sobre las condiciones que actualmente prevalecen en el lugar para detectar con los cambios que se han sucedido, que tipo de características específicas definirían la presencia de estos organismos, ya que existen elementos que podrían ser considerados importantes, como tipo de alimentación y el tipo de sustrato, por citar algunos de los más importantes. Sin embargo el hecho de conocer las posibles asociaciones o relaciones entre los componentes de un ecosistema resulta importante al tratar de explicar todas las interacciones que ocurren.

Como se puede observar en general, para las especies que se presenta un mayor número de asociaciones, se puede asumir la existencia de una red de conexiones, en

donde a pesar de que no todas ellas tienen una relación directa, coinciden al tenerlas con otras de manera indirecta (Odum, 1997; Margalef, 1974). Krebs (1972), argumenta que la dominancia es un factor que nos indica que no todas las especies en una comunidad tienen un nivel de importancia equivalente; sin embargo, en este tipo de sistemas con una gran riqueza de especies, resulta difícil seleccionar que especies definen a la comunidad.

En el análisis de correlación que se realizó entre las especies de micromalacofauna y los géneros de coral dominante, de los 120 casos considerados se obtuvo un total de 64 en los que el coeficiente de correlación es mayor de 0.648 que es el que se marca en tablas. En todos los casos el coeficiente fue positivo.

8.- Conclusiones

Los macromoluscos tienen una pobre representación en el arrecife no obstante haber realizado los muestreos durante tres estaciones diferentes, lo que al compararse con los resultados anteriores de otros trabajos en moluscos de la zona plantea el deterioro progresivo al que estado sometido el arrecife.

Se observó que el grupo de los microgasterópodos tiene una mayor representatividad de especies en comparación con los micropelecipodos.

Las especies con mayor dominancia en la comunidad fueron *Lasaea* sp., *Amphithalamus inclusus* y *Alvinia compacta*.

Los índices de abundancia, riqueza y diversidad resultaron más altos proporcionalmente en la segunda barra, no obstante que las pruebas estadísticas indican que las diferencias se deben al azar y no a las diferentes características que

se observan en las barras, lo cual puede deberse al tamaño de la muestra considerada.

La zona centro y norte presentaron índices de abundancia mayores con respecto a la zona sur.

Durante el invierno los índices de abundancia, riqueza y diversidad presentaron valores menores en comparación con los registrados durante las demás estaciones.

Las especies que presentaron un mayor número de asociaciones fueron *Alvinia compacta*, que presentó un total de 9 asociaciones de las cuales 8 fueron positivas y una negativa, *Elephantanellum heptagonum*, *Barleeia alderi* y *Sinezona rimuloides* que mostraron 6 asociaciones con diferentes especies cada una y todas fueron de tipo positivo.

El valor de los coeficientes de correlación obtenidos entre la matriz de especies y los géneros de coral, plantea la existencia de una fuerte relación de la micromalacofauna con respecto a los organismos formadores del arrecife.

9.- Recomendaciones

Es muy importante que cuando se lleven a cabo este tipo de trabajos se considere realizar muestreos en otros lugares como son frondas de algas, pedazos de coral hermatípico y de coral blando, ya que en este trabajo no se consideraron muchos lugares en donde generalmente habita este tipo de organismos sin que necesariamente se tenga la posibilidad de efectuar alguna comprobación o comparación de tipo estadística. Incluso se debe considerar el realizar una evaluación cualitativa sobre las conchas distribuidas a lo largo de la playa como una manera de darnos cuenta que tipo de organismos habitó el lugar y ya no se

encuentran o su población ha decrecido visiblemente y por lo tanto no es notoria su presencia.

Existen además cambios puntuales en la metodología que se debiera utilizar en cuanto al registro de macromoluscos con respecto a la cobertura de coral, ya que es definitivo que las extensiones que ocupa el coral son mucho mas evidentes, que los moluscos que se distribuyen en el o que de alguna manera estan relacionados a la estructura arrecifial.

La reflexión en este sentido es que los macromoluscos son organismos sumamente expuestos a la captura por sus mismas características grandes, vistosos y fijos o lentos en su desplazamiento.

9.-Literatura Citada

- Abbott, R.T., 1974. American Seashells. The Marine Mollusca of the Atlantic and Pacific Coasts of North America. Van Nostrand Reinhold Company. New York, 663 pp.
- Abbott, R.T.y S.P. Dance. 1986. Compendium of seashells. American Malacologists. Melbourne, FL and Burlington, MA. 411 pp.
- Abbott, R.T. 1994. Seashells of North America. Science Nature Guide. Thunder Bay Press. 81 pp.
- Abbott, R.T. y P.A. Morris. 1995. A Field Guide to Shells. Atlantic and Gulf Coasts and West Indies. Peterson Field Guides.C. Houghton Mifflin. New York. 350 pp.
- Almenara, S.G., G.R. Anaya, F.A. Castellanos y J.M. Ketchum. 1990. Establecimiento del Parque Marino Nacional Cabo Pulmo-Los Frailes, B.C.S.: exposición de motivos. Mem. 2do. Congr. Protección Ambiental, UNAM, México, D. F. p 14-16.
- Álvarez-Borrego, S. y A. Schwartzlose. 1979. Water masses of the Gulf of California. Ciencias Marinas. 6 (1): 43-63.
- Álvarez-Borrego, S. 1983. Gulf of California. En: Ketchum, B.H. (Ed.) Estuaries and enclosed seas. Elsevier, Amsterdam. p.427-449.
- Anaya, R. G. 1993. Conservación del Arrecife Coralino de Cabo Pulmo: Avances Sobre el Proceso de Planeación y Propuesta de Lineamientos de Manejo. Tesis profesional de Licenciatura. Universidad Autónoma de Baja California Sur. La Paz, México. 100 pp.
- Arizpe, O. 1987. Reclutamiento y mortalidad de *Pinna rugosa* (Sowerby, 1835) en condiciones semicontroladas en Bahía de la Paz, México. An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Universidad Nacional Autónoma de México.14(2): 249-254.

- Arizpe, O. 1995. Mortality, growth and somatic secondary production of the bivalve, *Pinna rugosa* (Sowerby), in suspended and bottom culture in Bahía de La Paz, México. *Aquaculture Research*. 26, 843-853.
- Arizpe, O. 1996. Secondary Production, Growth and Survival of the Pacific Oyster *Crassostrea gigas* (Thunberg) in Tropical Waters, Bahía de la Paz, México. *Journal of Shellfish Research*, 15, (3), 601-607.
- Arizpe, O. y R. Félix. 1986. Crecimiento de *Pinna rugosa* (Sowerby, 1835) en la Bahía de La Paz, México. *An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Universidad Nacional Autónoma de México*. 13 (2): 167-172.
- Bailey, N.T.J. 1995. *Statistical Methods in Biology*. Cambridge University Press. New York. 245 pp.
- Baqueiro, C. E., I. Peña y J. A. Massó. 1981. Análisis de una población sobreexplotada de *Argopecten circularis* (Sowerby, 1835) en la Ensenada de La Paz, B.C.S., México. *Ciencia Pesquera* 1(2): 57-67.
- Baqueiro, E. y H. Guajardo. 1984. Análisis de la pesquería de almejas y caracoles en Baja California Sur. *Memorias del III Simposium sobre Biología Marina*. Universidad Autónoma de Baja California Sur: 9-23.
- Baqueiro, E. y J. Massó. 1988. Variaciones poblacionales de *Chione undatella* bajo diferentes regímenes de pesca en Bahía de La Paz, B.C.S., México. *Ciencia Pesquera*. (6): 51-67.
- Bastida Zavala, J. R. 1991. Previous list of the polychaetes (Annelida: Polychaeta) from Cabo Pulmo-Los Frailes reef, B.C.S., México. *Bull. Mar. Sci.* 48: 54.
- Baynes, T. 1993. *Effects of Sedimentation, Light, and Grazing on the Encrusting Community of a Tropical Rock Reef in the Southern Gulf of California*. Tesis Doctoral. Univ. of California, San Diego. USA. 159 pp.
- Bernard, F.R. 1983. *Catalogue of the Living Bivalvia of the Eastern Pacific Ocean: Bering Strait to Cape Horn*. Department of Fisheries and Oceans. Canadian

Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences 61. Ottawa, Canada.
102 pp.

Bojórquez, V. G. 1997. Reclutamiento, Crecimiento y Supervivencia de *Argopecten circularis*, (Sowerby, 1835), *Argopecten ventricosus*, (Sowerby II, 1842), En Bahía Concepción, B.C.S. Tesis de Licenciatura, Universidad Autónoma de Baja California Sur. La Paz, México, 72 pp.

Borowitzka, M.A. y A. W.D. Larkum. 1986. Reef algae. *Oceanus* 29:49-53.

Bour, W. 1990. The Fishery Resources of Pacific Island Countries. Part 3: Trochus. FAO. Fisheries Technical Paper 272.3. 89 pp.

Brower, J. E. y J. H. Zar. 1984. Field and Laboratory Methods for General Ecology. W. C. Brown., Iowa. 248 pp.

Brusca, R, C, y D.A. Thomson. 1975. Pulmo reef: the only coral reef in the Gulf of California. *Ciencias Marinas* 1: 37 - 53.

Clark, J. 1996. Coastal Zone Management Handbook. Lewis Publishers. U. S. A. 694 pp.

Cochran, W. G. 1978. Técnicas de Muestreo. C.E.C.S.A. México. 507 pp.

Craik, W., R. Kenchington y G. Kelleher. 1990. Coral-reef mangement. En: Dubinsky, Z (ed.) *Coral Reefs*. Elsevier, Amsterdam. p.453-467.

Crossland, C.J. 1983. Dissolved nutrients in coral reef waters. En: Barnes, D.J. (ed.) *Perspective on Coral Reefs*. Autralian Inst. of Mar. Sci., Autralia. p.56-68.

Dance, S. P., 1989. Seashells. Treasure Press. Yugoslavia. 159 pp.

De la Cruz-Agüero, G. 1994. ANACOM. Sistema para el ANalisis de COMunidades. Manual del Usuario. Departamento de Pesquerias y Biología Marina. CICIMAR-I. P. N. 99 pp.

- Díaz, G. J., 1972. Cultivo experimental de madreperla *Pinctada mazatlanica* Hanley, 1856, en la Bahía de La Paz, B.C., México. En: Memorias IV Congreso Nacional de Oceanografía, México. 1969. 443-456.
- Domínguez, O. A. 1996. Aspectos Ecológicos de los Macromoluscos Bentónicos en la Caleta de Balandra, Baja California Sur, México. Tesis de Maestría. Centro Interdisciplinario Ciencias del Mar. La Paz, México. Instituto Politécnico Nacional. 56 pp.
- Félix-Pico, E.F. 1993. Estudio biológico de la almeja catarina *Argopecten circularis* en Bahía Magdalena, B.C.S., México. Tesis de Maestría. Centro Interdisciplinario de Ciencias del Mar. Instituto Politécnico Nacional. 89 pp.
- Félix-Pico, E. F. y F. A. García-Domínguez. 1993. Macrobenos Sublitoral de Bahía Magdalena, B.C.S. pp 389-410 *In Biodiversidad Marina y Costera de México*. S. I. Salazar-Vallejo y N.E. González (eds.) Com. Nal. Biodiversidad y CIQRO, México, 865 pp.
- Fürsich, F. T. y K. W. Flessa (Editors). 1991. Ecology, Taphonomy, and Paleocology of Recent and Pleistocene Molluscan Faunas of Bahía la Choya, Northern Gulf of California. *Zitteliana*. Vol. 18. 180 pp.
- García-Cubas, A. 1973. Ecología y Distribución de los Micromoluscos de Tres Lagunas Litorales del Golfo de México. Tesis Doctoral. UNAM. México, D.F. 257 pp.
- García-Cubas, A. 1987. Memorias de la Sociedad Mexicana de Malacología y Conquiología. III Reunión de Malacología y Conquiología. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Autónoma de Nuevo León. Monterrey, Nuevo León. 546 pp.
- García-Domínguez, F., 1991. Distribución, Abundancia, Reproducción y Fauna Asociada a la Almeja Roñosa *Chione californiensis* en la Ensenada de La Paz, B. C. S. México. Tesis de Maestría. Centro Interdisciplinario de Ciencias del Mar. La Paz, México. Instituto Politécnico Nacional. 70 pp.

- Hatcher, B.G., R.E. Johannes y A.I. Robertson. 1989. Review of research relevant to the conservation of shallow tropical marine ecosystems. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.* 27:337-414.
- Hickman, C. S. y J. H. McLean. 1990. Systematic Revision and Suprageneric Classification of Trochacean Gastropods. No.35. Science Series. Natural History Museum of los Angeles County. 169 pp.
- Keen, A. M. y E. Coan. 1974. Marine Molluscan Genera of Western North America: An Illustrated Key. 2da. Edic. Standford University Press. Standford, California. U.S.A. 208 pp.
- Keen, A. M. y J. C. Pearson. 1952. Illustrated Key to West North American Gastropod Genera. Standford University Press. Standford, California. U.S.A. 39 pp.
- Keen, A. M. 1971. Sea Shells of Tropical West America. Marine Mollusks from Baja California to Peru. 2da. Edic. Standford University Press. Standford, California. U.S.A. 1064 pp.
- Knopf, A. A. 1992. The Audubon Society Field Guide to North American Sea shells. Chanticleer Press, Inc., New York. 894 pp.
- Knopf, A. A. 1995. Familiar Seashells of North America. National Audubon Society. Pocket Guide. Chanticleer Press, Inc., New York. 192 pp.
- Krebs, C. 1972. Ecology. Harper & Row, Publishers. USA. 694 pp.
- Levinton, J.S. 1982. Marine Ecology. Prentice Hall. USA. 526 pp.
- Llorente, B. J. e I. L. Vega. (compiladores) 1994. Taxonomía Biológica. Ediciones Científicas Universitarias. Universidad Nacional Autónoma de México. Fondo de Cultura Económica. 626 pp.
- Ludwig, J.A. y J. F. Reynolds. 1988. Statistical Ecology. A Primer on Methods and Computing. Ed. John Wiley & Sons. U.S.A. 337 pp.

- McIntyre, A.D., J.M. Elliott y D.V. Ellis, 1984. Design of Sampling Programmes, 1-26 pp. *In Methods for the Study of Marine Benthos*. Ed. Holme, N. A. y A. D. McIntyre, Blackwell Scientific Publications. IBP Hand Book 16. USA. 387 pp.
- McLean J.H. 1978. Marine Shells of Southern California. Natural History Museum of los Angeles County. Science Series 24, U.S.A. 104 pp.
- McLean, J. 1984. The world of marine micromollusks. *Terra*. Vol.22, No.6. 26-30.
- Morris, P.A. 1966. A Field Guide to Shells of the Pacific Coast and Hawaii. Including Shells of the Gulf of California. Second Edition. Sponsored by the National Audubon Society and National Wildlife Federation. Houghton Mifflin Company Boston. The Riverside Press Cambridge. 297 pp.
- Morton, B. 1983. Coral-Associated Bivalves of the IndoPacific. *The Mollusca*. Volumen 6. Ecology. Edited W.D. Russell-Hunter. Academic Press. U.S.A. 687 pp.
- Mudroch, A. y S. D. MacKnight. 1994. Techniques for Aquatic Sediments Sampling Second Edition. Lewis Publishers. U.S.A. 236 pp.
- Ochoa, B. R. 1987. Aspectos de la Biología del Mejillón *Modiolus capax* en la Bahía de la Paz, B. C. S., México. Tesis de Maestría. Centro Interdisciplinario de Ciencias del Mar. Instituto Politécnico Nacional. La Paz, México. 173 pp.
- Odum, E. 1997. Ecology. A bridge between Science and Society. Publishers Sinauer Associates, Inc. U.S.A. 330 pp.
- Olivier, A. 1980. Shells of the World. Larousse and Co., Inc. New York. USA. 320 pp.
- Pérez, N. V. 1995. Zonación y Estructura de la Comunidad de Moluscos Bivalvos en la Ensenada de la Paz, B.C.S., México. Tesis de Maestría. Centro

Interdisciplinario de Ciencias del Mar. Instituto Politécnico Nacional, La Paz, México. 91 pp.

Reyes Bonilla, H.1990. Taxonomía, Distribución y Algunos Aspectos Biogeográficos de los Corales Hermatípicos del Golfo de California. Tesis de Licenciatura, Universidad Autónoma de Baja California Sur. La Paz, México. 127 pp.

Reyes Bonilla, H. 1993. Estructura de la Comunidad, Influencia de la Depredación y Biología Poblacional de Corales Hermatípicos en el Arrecife de Cabo Pulmo, B.C.S. Tesis de Maestría, Centro Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, México. 169 pp.

Riosmena-Rodríguez, R., D. A. Siqueiros Beltrones, O. García de la Rosa y V. Rocha Ramírez. 1991. The extension geographic range of selected seaweeds on the Baja California Peninsula. *Rev. Inv. Cient.* 2: 13-20.

Robinson, S. M. y R. A. Chandler. 1993. An effective and safe method for sorting small molluscs from sediment. *Limnol. Oceanogr.* 38(5), 1088-1091.

Rosenblatt, R.H. 1967. The zoogeographic relationship of the marine shore fishes of tropical America. *Studies in Tropical Oceanogr.* 5: 379-592.

Ruíz, V. C. 1989. Estudio de Colecta de Juveniles de Pectínidos, *Argopecten circularis* (Sowerby, 1835) y *Pecten vogdesi* (Arnold, 1906), en la Bahía Falsa, B.C.S. México. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Baja California Sur. La Paz, México. 82 pp.

Salm, R.V. y J.R. Clark. 1984. Marine and Coastal Protected Areas: a Guide for Planners and Managers. UICN., Gland, Switzerland. 301 pp.

Sabelli, B. 1992. Guide to Shells. Simon & Schuster's. Ed. Harold S. Feinberg. España. 512 pp.

Scheaffer, R., W. Mendenhall y L. Ott. 1987. Elementos de Muestreo. Grupo Editorial Iberoamérica. 321 pp.

- Sinsel, F. D. 1991. Taxonomía, Distribución, Abundancia y Diversidad de los Gorgonidos (Octocorallia: Gorgonacea) del Arrecife de Cabo Pulmo, B.C.S., México. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Baja California Sur. La Paz, México. 94 pp.
- Snedaker, S.C. y C.D. Getter. 1985. Pautas para el Manejo de los Recursos Costeros. Serie de Información sobre Recursos Renovables. Publicación No. 2 Research Planning Institute, Inc. Columbia, South Carolina. 287 pp.
- Sorokin, Y. I. 1995. Coral Reef Ecology. Ecological Studies, Vol. 102. Springer. Alemania. 465 pp.
- Squires, D. F. 1959. Corals and coral reef in the Gulf of California. Bull. Am. Museum Nat. Hist. 118: 371-431.
- Steinbeck, J. y E. F. Ricketts. 1941. Sea of Cortez. Viking Press. New York U.S.A. 598 pp.
- Sumich, J. L. y G. H. Dudley. 1992. Laboratory and Field Investigations in Marine Biology. W. M. C. Brown Publishers Communications, Inc. U.S.A. 193 pp.
- Tinker, S.W. 1974. Pacific Sea Shells. A handbook of common marine molluscs of the Hawaii and the South seas. Charles E. Tuttle Co., Inc. South seas. Tokyo, Japón. 240 pp.
- Tripp, Q. A. 1985. Explotación y cultivo de la almeja catarina *Argopecten circularis* en Baja California Sur. Tesis de Maestría. Centro Interdisciplinario de Ciencias del Mar. Instituto Politécnico Nacional. La Paz, México. 164 pp.
- Tsuda, R.T. 1974. Seasonal aspects of the Guam Phaeophyta (brown algae). Proc. 2nd Int. Coral Reefs Symp., Brisbane, 1:43-47.
- Valiela, I. 1995. Marine Ecological Processes. Springer-Verlag New York Inc. USA. 686 pp.

Vermeij, G. J. 1995. A Natural History of Shells. Princeton Science Library. 207 pp.

Vicencio-Aguilar M. y S. Ortiz-Gallarza, 1995. Lista de especies de la clase gastropoda (Mollusca) presentes en muestras de macroalgas en la Isla Espiritu Santo, Baja California Sur, México. Rev. Inv. Cient. Ser. Cienc. Mar. UABCS. 6(1-2):13-28.

Villareal, A. C. 1988. Distribución y Abundancia de Peces en el Arrecife Coralino de Cabo Pulmo-Los Frailes, B.C.S. Tesis Licenciatura, Universidad Autónoma de Baja California Sur. La Paz, México. 144 pp.

Villamar, A. C. 1965. Fauna malacológica de la Bahía de La Paz, B.C. con notas ecológicas. An. Inst. Nac. Inv. Biol.. Pesq. Méx. 1: 115-152.

Wye, K.R. 1989. The Simon & Schuster Pocket Guide to Shells of the World. A Fireside Book. Published by Simon & Schuster Inc. New York. 192 pp.

Zar, J. H. 1974. Biostatistical Analysis. Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, N.J. 718 pp.

Tabla 9. Asociaciones entre pares de especies de micromoluscos y géneros de corales hermatípicos. Los símbolos “+” y “-” representan asociaciones positivas y negativas, respectivamente. La asociación entre todas las especies resultó significativamente positiva (VR=3.01; W=75.3). Los números de las especies corresponden con los de la tabla 8.

Par	+ ó -	Chi cuadrada (* Sesgo)	Chi cuadrada corregida	Ochiai	Dice	Jaccard	
1	2	+	* 2.679	0.911	0.447	0.444	0.286
1	3	+	* 0.649	0.091	0.405	0.375	0.231
1	4	-	* 1.042	0.260	0.141	0.133	0.071
1	5	+	* 0.074	0.167	0.224	0.222	0.125
1	6	+	* 4.167	2.344	0.577	0.500	0.333
1	7	+	* 4.911	2.932	0.598	0.526	0.357
1	8	+	* 1.963	0.811	0.496	0.444	0.286
1	9	+	* 3.175	1.500	0.507	0.500	0.333
1	10	+	* 6.618	4.148	0.632	0.615	0.444
1	11	+	* 0.184	0.011	0.316	0.308	0.182
1	12	+	* 1.563	0.391	0.400	0.400	0.250
1	13	+	* 3.175	1.500	0.507	0.500	0.333
1	14	+	* 0.000	0.391	0.200	0.200	0.111
1	15	-	* 0.198	0.012	0.169	0.167	0.091
1	16	+	* 0.543	0.034	0.466	0.357	0.217
1	17	-	* 0.074	0.167	0.390	0.308	0.182
2	3	+	* 6.061	3.657	0.603	0.533	0.364
2	4	+	* 0.198	0.012	0.316	0.286	0.167
2	5	+	* 4.096	1.638	0.500	0.500	0.333
2	6	+	* 0.446	0.012	0.387	0.316	0.188
2	7	+	* 0.698	0.082	0.401	0.333	0.200
2	8	+	* 1.009	0.210	0.416	0.353	0.214
2	9	+	* 5.218	2.811	0.567	0.545	0.375
2	10	+	* 10.119	6.741	0.707	0.667	0.500
2	11	+	* 4.046	2.036	0.530	0.500	0.333
2	12	+	* 2.679	0.911	0.447	0.444	0.286
2	13	+	* 5.218	2.811	0.567	0.545	0.375
2	14	-	* 1.190	0.167	0.000	0.000	0.000
2	15	-	* 0.021	0.213	0.189	0.182	0.100
2	16	+	* 0.414	0.131	0.417	0.296	0.174
2	17	+	* 0.907	0.043	0.436	0.320	0.190

Par		+ ó -	Chi cuadrada (* Sesgo)	Chi cuadrada corregida	Ochiai	Dice	Jaccard
3	4	+	1.732	0.818	0.572	0.571	0.400
3	5	+	* 0.070	0.082	0.302	0.267	0.154
3	6	+	3.896	2.442	0.701	0.692	0.529
3	7	+	5.314	3.608	0.725	0.720	0.563
3	8	+	3.381	2.061	0.669	0.667	0.500
3	9	+	* 6.866	4.716	0.684	0.667	0.500
3	10	+	* 1.634	0.716	0.533	0.526	0.357
3	11	+	* 0.172	0.000	0.426	0.421	0.267
3	12	-	* 0.041	0.091	0.270	0.250	0.143
3	13	-	* 0.005	0.142	0.342	0.333	0.200
3	14	-	* 0.041	0.091	0.270	0.250	0.143
3	15	-	* 0.005	0.142	0.342	0.333	0.200
3	16	+	* 1.708	0.318	0.692	0.647	0.478
3	17	+	* 0.698	0.082	0.658	0.625	0.455
4	5	+	* 0.198	0.012	0.316	0.286	0.167
4	6	+	0.694	0.174	0.572	0.560	0.389
4	7	+	0.108	0.007	0.507	0.500	0.333
4	8	-	0.027	0.060	0.439	0.435	0.278
4	9	+	* 1.190	0.405	0.478	0.471	0.308
4	10	-	* 0.031	0.069	0.335	0.333	0.200
4	11	+	* 0.490	0.069	0.447	0.444	0.286
4	12	-	* 1.042	0.260	0.141	0.133	0.071
4	13	+	* 0.033	0.074	0.359	0.353	0.214
4	14	+	* 1.042	0.260	0.424	0.400	0.250
4	15	+	* 1.190	0.405	0.478	0.471	0.308
4	16	-	* 3.261	1.110	0.528	0.485	0.320
4	17	-	* 0.198	0.012	0.552	0.516	0.348
5	6	-	* 0.198	0.012	0.258	0.211	0.118
5	7	+	* 0.698	0.082	0.401	0.333	0.200
5	8	-	* 1.391	0.401	0.139	0.118	0.063
5	9	-	* 0.021	0.213	0.189	0.182	0.100
5	10	+	* 0.709	0.066	0.354	0.333	0.200
5	11	+	* 4.046	2.036	0.530	0.500	0.333

Par	+ ó -	Chi cuadrada (* Sesgo)	Chi cuadrada corregida	Ochiai	Dice	Jaccard	
5	12	+	* 0.074	0.167	0.224	0.222	0.125
5	13	+	* 1.143	0.213	0.378	0.364	0.222
5	14	-	* 1.190	0.167	0.000	0.000	0.000
5	15	+	* 1.143	0.213	0.378	0.364	0.222
5	16	-	* 1.870	0.131	0.313	0.222	0.125
5	17	-	* 0.287	0.043	0.327	0.240	0.136
6	7	+	8.766	6.500	0.828	0.828	0.706
6	8	+	6.838	4.868	0.788	0.786	0.647
6	9	+	* 6.481	4.373	0.683	0.636	0.467
6	10	+	* 3.707	2.214	0.639	0.609	0.438
6	11	+	* 1.103	0.375	0.548	0.522	0.353
6	12	+	* 4.167	2.344	0.577	0.500	0.333
6	13	+	* 6.481	4.373	0.683	0.636	0.467
6	14	+	* 1.042	0.260	0.462	0.400	0.250
6	15	-	* 4.001	2.389	0.195	0.182	0.100
6	16	+	* 3.261	1.110	0.808	0.789	0.652
6	17	+	* 0.198	0.012	0.732	0.722	0.565
7	8	+	4.812	3.205	0.741	0.741	0.588
7	9	+	* 0.939	0.271	0.505	0.476	0.313
7	10	+	* 1.724	0.776	0.567	0.545	0.375
7	11	+	* 0.202	0.000	0.472	0.455	0.294
7	12	+	* 1.461	0.497	0.478	0.421	0.267
7	13	+	* 3.484	2.010	0.606	0.571	0.400
7	14	+	* 0.041	0.091	0.359	0.316	0.188
7	15	-	* 0.682	0.142	0.303	0.286	0.167
7	16	+	* 0.032	0.318	0.724	0.703	0.542
7	17	-	* 0.698	0.082	0.642	0.629	0.458
8	9	+	* 4.427	2.750	0.629	0.600	0.429
8	10	+	* 2.493	1.322	0.588	0.571	0.400
8	11	-	* 0.019	0.085	0.392	0.381	0.235
8	12	+	* 1.963	0.811	0.496	0.444	0.286
8	13	+	* 4.427	2.750	0.629	0.600	0.429

Par		+ ó -	Chi cuadrada (* Sesgo)	Chi cuadrada corregida	Ochiai	Dice	Jaccard
8	14	+	* 0.160	0.010	0.372	0.333	0.200
8	15	-	* 5.540	3.640	0.105	0.100	0.053
8	16	+	* 2.355	0.635	0.752	0.722	0.565
8	17	+	* 0.008	0.210	0.666	0.647	0.478
9	10	+	* 6.946	4.657	0.668	0.667	0.500
9	11	-	* 0.053	0.062	0.267	0.267	0.154
9	12	+	* 0.446	0.012	0.338	0.333	0.200
9	13	+	4.096	2.334	0.571	0.571	0.400
9	14	-	* 0.198	0.012	0.169	0.167	0.091
9	15	-	0.907	0.208	0.143	0.143	0.077
9	16	+	* 0.845	0.010	0.552	0.467	0.304
9	17	+	* 0.021	0.213	0.495	0.429	0.273
10	11	+	0.164	0.003	0.375	0.375	0.231
10	12	+	* 0.184	0.011	0.316	0.308	0.182
10	13	+	* 6.946	4.657	0.668	0.667	0.500
10	14	-	* 0.414	0.011	0.158	0.154	0.083
10	15	-	* 0.053	0.062	0.267	0.267	0.154
10	16	+	* 1.023	0.049	0.590	0.516	0.348
10	17	+	* 2.241	0.832	0.617	0.552	0.381
11	12	+	* 6.618	4.148	0.632	0.615	0.444
11	13	+	* 2.824	1.448	0.535	0.533	0.364
11	14	+	* 0.184	0.011	0.316	0.308	0.182
11	15	+	* 0.527	0.062	0.401	0.400	0.250
11	16	-	* 0.324	0.049	0.516	0.452	0.292
11	17	-	* 0.709	0.066	0.463	0.414	0.261
12	13	+	* 8.383	5.469	0.676	0.667	0.500
12	14	+	* 0.000	0.391	0.200	0.200	0.111
12	15	-	* 2.431	1.004	0.000	0.000	0.000
12	16	+	* 0.543	0.034	0.466	0.357	0.217
12	17	-	* 0.074	0.167	0.390	0.308	0.182

Par		+ ó -	Chi cuadrada (* Sesgo)	Chi cuadrada corregida	Ochiai	Dice	Jaccard
13	14	+	* 0.446	0.012	0.338	0.333	0.200
13	15	-	3.781	2.098	0.000	0.000	0.000
13	16	+	* 0.845	0.010	0.552	0.467	0.304
13	17	+	* 0.021	0.213	0.495	0.429	0.273
13	18	-	* 1.326	0.217	0.000	0.000	0.000
13	19	-	* 0.405	0.250	0.000	0.000	0.000
14	15	-	* 0.198	0.012	0.169	0.167	0.091
14	16	+	* 0.543	0.034	0.466	0.357	0.217
14	17	-	* 0.074	0.167	0.390	0.308	0.182
15	16	-	* 5.590	2.382	0.394	0.333	0.200
14	17	-	* 0.074	0.167	0.390	0.308	0.182
14	18	-	* 0.852	0.024	0.000	0.000	0.000
14	19	-	* 0.260	0.586	0.000	0.000	0.000
15	16	-	* 5.590	2.382	0.394	0.333	0.200
15	17	-	* 1.143	0.213	0.412	0.357	0.217
16	17	+	* 11.413	5.630	0.956	0.955	0.913

Tabla 10. Abundancia de micromoluscos por barra.

ABUNDANCIA MOLUSCOS PULMO- BARRA
ESPECIE

	p/	p/2	p/3	v/1	v/2	v/3	o/1	o/2	o/3	i/1	i/2	i/3
	1											
<i>Fartulum bakeri</i>	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Fartulum leave</i>	1	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Caecum subimpressum</i>	4	5	1	0	4	1	0	0	0	0	0	1
<i>Elephantanellum heptagonum</i>	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Caecum sp.</i>	1	3	1	4	0	0	5	1	1	2	0	0
<i>Elephantanellum liratocintum</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Caecum compactum</i>	5	1	0	7	1	1	2	1	5	0	0	0
<i>Fartulum sp.</i>	1	1	0	0	0	0	0	1	1	2	0	0
<i>Micranellum sp.</i>	1	0	0	1	0	1	0	0	0	2	0	0
<i>Alvinia compacta</i>	4	5	3	10	1	5	8	2	1	3	0	0
<i>Alvinia sp.</i>	4	3	3	9	3	2	6	3	2	2	0	0
<i>Seila assimidata</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Cylichna fantasma</i>	0	1	4	0	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Limacina trochiformis</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Amphithalamus inclusus</i>	4	8	1	5	7	1	15	0	0	7	1	1
<i>Barleeia alderi</i>	5	4	0	2	3	0	1	0	1	2	1	0
<i>Granula sp.</i>	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cysticus sp1</i>	5	1	2	3	1	1	1	0	0	0	0	0
<i>Cysticus sp2</i>	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Granulina margaritula</i>	1	1	0	0	4	0	1	0	0	0	0	0
<i>Alaba jeannettae</i>	0	3	10	1	5	0	0	5	0	0	0	1
<i>Rissoina sp2.</i>	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Alvinia mutans</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Acteocina sp.</i>	0	1	1	0	6	0	0	0	1	0	0	0
<i>Risoella sp.</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Omalogira sp.</i>	0	5	7	0	2	0	0	0	0	0	0	0
<i>Solariella sp.</i>	0	0	5	0	0	0	2	0	0	0	0	0
<i>Tricolia cyclostoma</i>	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Triphora vanduzeei</i>	3	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
<i>Cerithiopsis sp1</i>	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0
<i>Cerithiopsis sp2</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
<i>Barleeia sp.</i>	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cyclostremiscus planospira</i>	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0
<i>Sinezona rimuloides</i>	3	2	1	2	0	0	1	1	0	0	0	0
<i>Odostomia aepynota</i>	3	3	0	0	0	0	4	0	0	1	1	0
<i>Odostomia mendozae</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Odostomia grammatospira</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Balcis sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Rissoina sp.3</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Rimula mexicana</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Triphora sp.</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ocenebra sp.</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Mitrella sp.</i>	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Bittium sp.</i>	1	0	1	1	2	0	0	0	0	1	0	0
<i>Odostomia sp. 1</i>	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0

Tabla 11. Abundancia de micromoluscos por zona.

ABUNDANCIA MOLUSCOS PULMO - ZONA

ESPECIE	p/	p/c	p/s	v/n	v/c	v/s	o/n	o/c	o/s	i/n	i/c	i/s
	n											
<i>Fartulum bakeri</i>	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Fartulum leave</i>	2	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Caecum subimpressum</i>	4	6	0	0	4	1	0	0	0	0	1	0
<i>Elephantanellum heptagonum</i>	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
<i>Caecum sp.</i>	2	3	0	1	1	2	4	0	3	1	0	1
<i>Elephantanellum liraticintum</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Caecum compactum</i>	0	6	0	0	7	2	4	0	4	0	0	0
<i>Fartulum sp.</i>	0	2	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0
<i>Micranellum sp.</i>	0	0	1	0	0	2	0	0	0	0	0	2
<i>Alvinia compacta</i>	3	9	0	0	8	8	3	1	7	2	0	1
<i>Alvinia sp.</i>	4	6	0	2	6	6	5	1	5	0	0	2
<i>Seila assimilata</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Cylichna fantasma</i>	1	4	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Limacina trochiformis</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Amphithalamus inclusus</i>	6	7	0	3	9	1	7	3	5	7	0	2
<i>Barleeia alderi</i>	1	8	0	0	5	0	1	0	1	2	1	0
<i>Granula sp.</i>	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cysticus sp1</i>	4	4	0	0	4	1	0	1	0	0	0	0
<i>Cysticus sp2</i>	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0
<i>Granulina margaritula</i>	2	0	0	0	0	4	0	0	1	0	0	0
<i>Alaba jeannettae</i>	2	11	0	0	1	5	1	0	4	1	0	0
<i>Fissoina sp2.</i>	2	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
<i>Alvinia mutans</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Acteocina sp.</i>	1	1	0	0	0	6	0	1	0	0	0	0
<i>Risoella sp.</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Omalogira sp.</i>	0	9	3	0	2	0	0	0	0	0	0	0
<i>Solariella sp.</i>	5	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
<i>Tricolia cyclostoma</i>	1	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Triphora vanduzeei</i>	3	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0
<i>Cerithiopsis sp1</i>	0	0	0	1	0	0	2	0	0	0	0	0
<i>Cerithiopsis sp2</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0
<i>Barleeia sp.</i>	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cyclostremiscus planospira</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0
<i>Sinezona rimuloides</i>	1	5	0	0	2	0	1	1	0	0	0	0
<i>Odostomia aepynota</i>	4	2	0	0	0	0	1	1	2	2	0	0
<i>Odostomia mendozae</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Odostomia grammatospira</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Balcis sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Fissoina sp.3</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Fimula mexicana</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Lasaea sp.</i>	1	0	1	0	3	35	0	0	60	0	0	0
<i>Gari sp.</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cooperella subdiaphana</i>	0	3	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0
<i>Papyridia aspersa</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Barbatia bailyi</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Crenella divaricata</i>	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Kellia suborbicularis</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0

<i>Triphora sp.</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ocenebra sp.</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Mitrella sp.</i>	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Bittium sp.</i>	0	2	0	0	1	2	0	0	0	1	0	0
<i>Odostomia sp.</i>	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
<i>Coralliophila californica</i>	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0
<i>Rissoina sp.</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Odostomia sp. 2.</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0
<i>Solariella sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Odostomia sp.3</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Odostomia sp.4</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
<i>Tricolia sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Vitrinella sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0