## ABSTRACT

The rocky coast is rich in species of mollusks, usually unstudied in Guerrero, Mexico, in spite of having a wide coastal area divided in three high-priority marine regions for the conservation of the coastal and oceanic biodiversity of Mexico. This investigation had as objectives to: a) to analyze attributes of the community, b) to identify the degree of its maturity, and c) to study the similarity between groups of species and locations when being analyzed by: the geopolitical region, the level in the mesolitoral, the seasonal time, the exposure to the surf, and the slope of the substrate. The sampling of the community was in nine beaches during five trimester visits, beginning in December of 2000, the quadrants were set on each sampling location for a total of 20 m<sup>2</sup> each. The malacological community of the mesolitoral is composed of 63 species. 20.6% of the community has wide horizontal distribution and more than 90% has wide temporary distribution. The richness of species was high and it varied with the stability of the substrate and within the mesolitoral level. There are 38% of dominant species. During the rainy season there is greater density and it diminishes with depth. The community presented low dominancy and high diversity, wich was not related with the latitude but with the depth and the season. 18 species are biologically important. There is association between the trophic guild and substrate type, also have seasonal and vertical variation in the guilds. There is high qualitative similarity among the species for each station, it is greater among nearer places. Quantitative data proved not an influence by exposure, neither by slope on defining the community structure. The association between trophic guilds, stations and richness of species does not seem to be influenced by the characteristic of surf exposure nor the slope. The community is adjusted to normal logarithmic model and it can be considered as a natural community well balanced and mature.

## 1. INTRODUCCIÓN

México es un país rico en biodiversidad tanto en su área continental como en sus mares litorales. El Océano Pacífico cuenta con una gran cantidad de especies y organismos marinos que son una riqueza potencial y dentro de las regiones oceánicas la Costa rocosa presenta una variedad rica en especies.

En la Costa rocosa se presentan una cantidad importante de grupos de animales invertebrados, entre los fila que más han llamado la atención del hombre desde épocas prehispánicas están los moluscos. Estos han estado ligados al desarrollo de muchas culturas por la variedad de formas de sus conchas y por la belleza de sus perlas, también se les han empleado en la industria, en la medicina o en las artesanías. Constituyen el mayor filo de invertebrados después de los artrópodos, se han descrito más de 50,000 especies actuales; además, se conocen unas 35,000 especies fósiles que datan del Cámbrico.

Por sus hábitos alimentarios, los moluscos gasterópodos son Carnívoros, Herbívoros, otros que viven cementados a un sustrato firme capturan microorganismos en suspensión por filtración. Los bivalvos son por lo general organismos de limitado o nulo movimiento, llevando una vida sedentaria o sésil, y están adaptados para alimentarse de pequeños organismos en suspensión o de depósitos. Los poliplacóforos se alimentan de pequeñas algas, animales microscópocos y de materia orgánica que se encuentra sobe y bajo las rocas y piedras

Los estudios de ecología marina se han interesando cada vez más en las relaciones de los organismos con su medio ambiente, no sólo en una forma individual sino también en las poblaciones de comunidades bióticas.

A gran escala geográfica el principal factor que determina el tipo de comunidades es el clima, mientras que a menor escala resulta más difícil encontrar cual o cuales son los factores que explicarían los agrupamientos de especies.

Cada localidad tiene sus características propias y con base a ellas se dispone la zonación de la biota, y la cual podemos definir como la distribución de las diversas comunidades de seres vivos del litoral en franjas o zonas más o menos paralelas, en función de su adaptabilidad a gradientes físicos.

Es importante medir cualitativa y cuantitativamente el valor de importancia de cada especie como componente de la diversidad. Estas medidas de diversidad facilitan la comparación entre localidades o especies y tienen aplicabilidad práctica para fines de manejo, aprovechamiento adecuado, conservación y monitoreo ambiental.

Los estudios de las poblaciones y comunidades que habitan el sustrato rocoso en el litoral del Océano Pacífico Mexicano son insuficientes, e históricaente han sido enfocados principalmente a especies de interés comercial y se han realizado en mayor cantidad en la plataforma marina y menor en el intermareal, también se observa que la mayoría de las investigaciones han sido realizadas en la Península y el Golfo de California y al ir avanzando al sur del país hay menor conocimiento acerca de los recursos marinos.

La principal actividad económica en el Estado de Guerrero es el Turismo y en menor grado la Pesca; a esto puede atribuirse que exista un escaso conocimiento de los recursos faunísticos marinos, a pesar de que cuenta con una amplia zona costera que abarca tres regiones marinas prioritarias para la conservación de la biodiversidad

costera y oceánica de México y en el que la CONABIO señala que falta conocimiento de estas regiones (Arriaga et al., 1998).

Esta investigación tuvo como objetivo analizar los atributos de las comunidades de los moluscos del mesolitoral superior en playas rocosas del Estado de Guerrero, identificar el grado de madurez de la comunidad, y conocer la similitud que pueden tener los grupos de especies en las distintas comunidades al estar variando: la latitud, el nivel mesolitoral, la época estacional, la exposición al oleaje, y el perfil del sustrato.

## **ANTECEDENTES**

La mayoría de los trabajos publicados sobre los moluscos del litoral mexicano, han sido de carácter faunístico o taxonómico. Los estudios de las poblaciones y comunidades que habitan el sustrato rocoso en el litoral del Océano Pacífico Oriental Tropical son escasos, e históricamente han sido enfocados principalmente a especies de interés comercial, también se observa que la mayoría de estas investigaciones han sido realizadas en la Península y el Golfo de California y al ir avanzando hacia latitudes menores en el sur del país hay menor conocimiento de la fauna.

El enfoque de las investigaciones en la Costa de Guerrero ha sido sobre aspectos sitemáticos y de distribución geográfica de moluscos, y con respecto a la zona intermareal rocosa solo han sido estudiados algunos aspectos de la Biología y Ecología y en particular en las localidades de Acapulco y Zihuatanejo.

Dentro de los estudios de la biología y ecología de moluscos destacan aquellos que tratan sobre aspectos sistemáticos o faunísticos (Keen, 1971; Brusca, 1980; Holguín y González, 1989; Holguín y González, 1994; Reyes, 1999; Reyes-Gómez y Salcedo-Vargas 2002); poblacionales del *P. p. pansa* y malacofauna asociada (Alvarez, 1989; Turok *et al.*, 1988; Castillo-Rodríguez y Amescua-Linares, 1992) estudios generales de ecología marina (Tait y Dipper 1998), otros que tratan estudios de riqueza de especies y zonación en diferentes playas expuestas y protegidas a la acción del oleaje (Stephenson y Stephenson, 1949; Keen, 1960; Lewis, 1964; Riketts *et al.*1968; Wells, 1978; Villalpando, 1986; Salcedo, 1988; Delgado, 1989; García, 1994;; Villarroel

et al., 2000; Del Río y Villarroel, 2001) los que han trabajado en la descripción de la fauna mesolitoral asociada con balanos (Reimer 1976), los que hicieron comparaciones de la riqueza de especies de ambientes tropicales y templados (Bakus, 1968; Spight 1976, 1977, 1978): los que han investigado sobre la distribución y abundancia (Reguero y García-Cubas, 1989; Domínguez et al., 1990; Román et al., 1991; Esqueda et al., 2000); sobre diversidad (Magurran, 1989; Reguero y García-Cubas, 1993; Moreno, 2001).

Derivado de algunos de los autores citados en el párrafo anterior se elaboró la Tabla 38, la cual tiene fines comparativos, dicha tabla concentra la información de diferentes localidades y las especies encontradas por otros autores y que son coincidentes con esta invetigación.

Stephenson y Stephenson (1949), resaltan el interés de los estudios sobre la distribución vertical de organismos en las Costas del mundo y la repetición en la presencia de organismos formando un arreglo; estos autores intentaron formular un Patrón Universal de zonación y especifican las posibles variaciones que puedan existir en Costas específicas; además, intenta homogenizar la terminología para el mejor entendimiento y avance de esta disciplina; Delimitan tres zonas principales de la Costa, resaltando las franjas limítrofes, tanto superior como inferior en relación con los límites de marea, aclarando que las zonas se definen mejor en términos de organismos y la zonación responde de la manera más sensitiva e inmediata a los ligeros cambios en la cantidad, tipo y fuerza de la acción del oleaje al cual está expuesto el frente rocoso, al grado de insolación, así como a variaciones en la pendiente de las rocas y a otros cambios.

Keen (1960), habló de la aplicabilidad del criterio de zonación de Stephenson (1949) a la parte oeste de México donde menciona que los vermétidos, al igual que los balanus, pueden ser buenos marcadores horizontales de la distribución vertical.

Lewis (1964), propuso una división de la franja costera basada fuertemente en el aspecto biológico y no en los niveles de marea, es decir por la presencia de determinadas especies más que en el aspecto de la altura con respecto al mar. Encontró al comparar dos playas, una protegida y otra expuesta en las Islas Británicas que las plantas y los animales probablemente están distribuidos de acuerdo con las diferentes capacidades para resistir la exposición y las condiciones áereas. Encontró en esta comparación mayor cantidad de especies en la playa expuesta Parkmore Point con 30 especies mientras que en la playa protegida Clachard Sound 26, tuvieron en común a 13 especies. Además del efecto de exposición que tenga una localidad, puede esperarse que la topografía influya en el gradiente de condiciones de emersión. Una vez que la marea ha retrocedido la velocidad con la cual se escurre y seca dependerá de varias cosas, pero la más constante será la pendiente. Superficies lisas drenarán rápidamente, pero plataformas onduladas, o con pendiente ligera secarán más lentamente. Los animales con hábitos alimenticios Filtradores crecerán rápidamente si el agua es movida constantemente y renueva el suministro de alimento. por otra parte, para los Filtradores el alimento puede ser muy escaso en playas muy protegidas. En algunas Costas la topografía cambia rápidamente en pocos metros y da muchos gradientes de condiciones, tales como cabezas de playa, acantilados, bahías, ofrecerán un amplio rango de poblaciones que aquella de igual longitud con una línea de Costa más uniforme. Las plantas y los animales sobre la Costa pueden influenciar la zonación de otras especies en una variedad de formas directas e indirectas. Ellas pueden reducir la desecación y dar ventaja a especies que normalmente se encuentran en niveles más bajos.

Bakus (1968), realizó un estudio comparativo de la zonación intermareal de las Costas Pacífico y Atlántico de Costa Rica. En ambas Costas la zona litoral fue dividida en 3 porciones: alta, media y baja. En el Pacífico se ubicaron tres localidades caracterizadas por tener mareas mixtas con variación de 2.8 a 3.3 m, en la Costa Atlántica seleccionó también 3 localidades, con marea diurna y variaciones de marea de 1 m. Encontró que la zona supralitoral y las zonas altas de ambas Costas son dominadas por litorínidos, mientras que Purpura, Nerita y Siphonaria son exclusivas de la Costa Pacífico. La riqueza de moluscos fue mayor en la Costa Pacífica con 41 especies, y menor en la Atlántica con 32. En el Pacífico encontró el doble de gastrópodos pero mucho menos algas bénticas con respecto a la Costa Atlántica. En ambas Costas las muestras contuvieron mayor cantidad de especies de gastrópodos, aunque en el Pacífico el bivalvo B. puntarensis fue el más numeroso. En la Costa Pacífica encontró que la zona supralitoral fue ocupada por Littorina conspersa, L. aspera, Nerita scarbricosta, Purpura pansa, P. columellaris, Siphonaria gigas. En la zona mesolitoral encontró a L. conspersa, L. aspera, N. scarbricosta, Siphhonaria gigas, Fissurella virescens, Opeatostoma pseudodon, Tegula pellisserpentis, Thais melones, Acanthina brevidentata. En el infralitoral observó a O. pseudodon, Tegula pellisserpentis, T. melones, A. brevidentata, F. virescens, Conos nux y T. biserialis. Concluye que la diversidad de especies en el medio ambiente marino tiene que ser considerado solo como una parte de un enorme grupo de variables complejas que cambian con el tiempo.

Ricketts et al., (1968) establecieron que principalmente existen tres factores del hábitat que determinan la distribución de invertebrados en la Costa (zonación): Estos

son: el grado del choque de las olas, el tipo de fondo y el tipo de exposición de las mareas. Señalan que en los tres casos puede haber gradientes, lo que hace entender que existen infinitas variaciones y que son pocas las regiones las que pertenecen puramente a una en particular. Ellos establecieron una clasificación sobre tipos de hábitat costero: Costas protegidas; Costas abiertas; Bahías y estuarios y; Pilotes (muelles, madera). Dependiendo del tipo de hábitat costero será el tipo de animales que pueden ocurrir. Cada hábitat puede subdividirse en zonas de acuerdo a los niveles de ocurrencia y usar esta distribución zonal para ayudar en la identificación de los niveles.

Dushane y Sphon (1969), presentaron una lista de especies de moluscos colectadas de 1957 a 1966 en el intermareal de la Bahía Willard y la porción sur de Bahía San Luis Gonzaga, Baja California, México, donde la variación de mareas es de 4 a 5 m. La lista incluye 310 especies, de las cuales 196 fueron gastrópodos 63%, 102 pelecípodos 33% y 12 poliplacóforos 4%.

Keen (1971), presentó reportes sistemáticos y de distribución geográfica de todas las especies de moluscos registrados de la Provincia Panámica, desde las playas subtropicales y tropicales del Pacífico Oriental hasta las islas Galápagos, incluye moluscos que en proporción estuvieron estuvieron repartidas para las Clases: Gasgtropoda 73%, Bivalvia 23.8%, Polyplacophora 1.8%, Cephalopoda 0.5% y Scaphopoda (0.9) y que se encuentran desde el borde costero hasta grandes profundidades incluyendo algunos microscópicos.

Margalef (1974), mencionó que los datos acumulados permiten dos generalizaciones que pueden ser definitivas: 1) la diversidad es baja en comunidades transitorias, explotadas o bajo condiciones ambientales muy fluctuantes; 2) los valores máximos raramente rebasan 5 bits. En el plancton oceánico se suelen encontrar

valores del índice de Shannon Wiener superiores, de 3.5 a 4.5 bits. Lo mismo puede decirse en relación con el zooplancton, que es consistentemente más diverso en áreas oceánicas, y para el que la diversidad aumenta, en general, con la profundidad. Señala que en general, las poblaciones bentónicas muestran una diversidad más alta que las pelágicas. Además la diversidad aumenta con la profundidad y con la estabilidad del sustrato, es decir, es siempre mayor sobre roca firme que sobre arena o fango. En los arrecifes de coral, la diversidad es muy alta, aunque no rebasa 5 bits, más bien entre valores de 2.7 a 4.9. Al ampliar la muestra siempre es probable encontrar nuevas especies, además de cambios en las proporciones de las que anteriormente existían.

Reimer (1976) observó que la zona mesolitoral de Playa Paitilla, Panamá, es ocupado por un grupo de organismos cercanamente asociados con el balano *Tetraclita* sp. y que después de muertos estos cirripedos proveen hogar para un número de especies ya que las estructuras duras representan un hábitat el cual proporciona superficie de fijación, cobertura o ambas a 220 especies de Poliquetos, Moluscos, Crustáceos, Actinas, Picnogonidos, Sipunculidos, y un número desconocido de Tanaidaceos, Nemertinos y Turbelarios. Con referencia a los moluscos encontró 32 especies, de las cuales *B. semilaevis* (830 ind/m²) e *I. janus* (36 ind/m²) fueron de los más abundantes en la zona, otras moluscos presentes fueron los gasterópodos: *Notacmea filosa, Euilithidium phasianella, Nerita funiculata, Hipponix panamensis, Thais melones, Acanthina brevidentata, Siphonaria maura y los bivalvos: Arca mutabilis, Ostrea iridescens, Ostrea palmula. Encontró un gradiente de diversidad de menor a mayor desde la zona de salpicaduras a la mesolitoral baja, y los grupos invertebrados más diversos a través del intermareal fueron los moluscos y poliquetos* 

Spigth (1976), comparó hábitat de caracoles intermareales de playas del Coco, Costa Rica y de Friday Harbor, Washington. En Costa Rica, para cada sitio fueron

considerados la altura de la Costa, el grado de exposición al oleaje y el tipo de sustrato, con muestreo por cuadrantes de 1 X 1 m y de 2 x 2 m y se escogieron sitios con diferente sustrato, uno de tipo firme de acantilado y otro de guijarros y canto rodado descansando sobre cieno, arena o detritus de coral. Colocó los cuadrantes a diferentes alturas, todos los sitios fueron clasificados por la exposición usando una escala arbritaria de protegidos y expuestos. En Washington tomó muestras cuantitativas en dos arrecifes pequeños y en áreas de grava, la altura de los cuadrantes se tomó y se clasificaron igual que en la zona tropical. Encontró 76 especies de gastrópodos en Costa Rica contra 16 de Washington. Siendo Costa Rica la que presentó mayor riqueza y diversiddad de especies. En playa de los Cocos, en playas de sustrato firme tipo acantilado encontró una riqueza de 25 especies de las que dieciséis presentaron densidades mayores a 1 org../m², de las que reporta valores en densidad promedio, correspondiendo a Planaxis planiCostatus 433.5 org../m<sup>2</sup>, seguida en orden descendente Nerita funiculata 91.2 org../m², Littorina aspera 80.7 org../m<sup>2</sup>, Anachis nigricans 67.8 org../m<sup>2</sup>, Nerita scarbricosta 27 org../m<sup>2</sup>, Acanthina brevidentata 24 org./m<sup>2</sup>, Anachis costellata 25.7 org./m<sup>2</sup>, A. rugulosa 29.8 org./m<sup>2</sup>, A. lentiginosa 17.8 org./m<sup>2</sup>, Thais biserialis 11.1 org./m<sup>2</sup>, Littorina modesta 9.2 org./m<sup>2</sup>, Mitrella guttata 7 org./m², Collisella pediculus 7 org./m², Siphonaria maura 6 org./m², Thais melones 5 org./m², Notacmea fascicularis 3.5 org./m², Cantharus sanguinolentus 3.2 org./m², Opeatostoma pseudodon 3 org./m², Tricolia phasianella 2.9 org./m², Notacmea filosa 2 org./m<sup>2</sup>, Thais speciosa 1.9 org./m<sup>2</sup>, Scurria mesoleuca 1 org./m<sup>2</sup>, otros con densidades menores de 1 org./m² fueron Purpura pansa, Leucozonia cerata, Mitra tristis, Conus nux y Siphonaria gigas. En playa de Cocos, en una playa con sustrato de guijarros encontró una riqueza de 42 especies. Encontró que la distribución de las especies varía con la exposición o el sustrato o ambos. Chama e Hipponix pilosus son fuertemente restringidos a cavidades en áreas expuestas, pero con densas poblaciones en superficies abiertas de área protegidas. La lapa *Fissurella virescens* es común en áreas expuestas y relativamente rara en áreas protegidas. El sitio tropical presenta una gran diversidad.

Spight (1977), compara la diversidad de especies entre comunidades de gastrópodos templadas y tropicales. Examina los arreglos de gastrópodos prosobranquios en playas templadas de Washington y tropicales de Costa Rica. Seleccionó hábitats similares en superficie de rocas, grietas, pozas de marea, tanto tropicales como templados. Durante la marea baja tomó muestras de 34 cuadrantes en las Costas de Playa Los Cocos Costa Rica. Los cuadrantes proporcionaron 6,970 individuos pertenecientes a 79 especies, de estas solo 10 especies acumularon el 78% en la comunidad: De la más abundante a la menos abundante encontraró a Planaxis planiCostatum, Nerita funiculata, Acanthina brevidentata, Littorina aspera, Anachis lentiginosa, Nerita scarbricosta, Anachis costellata, Anachis rugulosa, Thais melones y Anachis nigricans. En la playa templada de Washington solo registró a 20 especies. Encontró que hay 5.2 veces más prosobranquios tropicales por cada uno templado. La distribución de los caracoles puede estar relacionada a las características estructurales del hábitat tanto en playas templadas como tropicales. Las especies tropicales están distribuidas más en parches que las templadas. La mayoría de los organismos restringen sus actividades a hábitat favorables. El hábitat de la zona supralitoral y el hábitat de pedruscos infralitoral soportan más especies en la comunidad tropical que en la templada. Y hábitats rocosos infralitorales templados y tropicales son iguales en diversidad.

Spight (1978), estudió los cambios temporales en una comunidad de caracoles de Costa rocosa tropical, para seleccionar los cuadrantes consideró el nivel de Costa, el sustrato y el grado de exposición al oleaje. Seleccionó un cuadrante en una playa

expuesta de facie rocosa cortado por grietas y otro en una playa de oleaje tranquilo. Realizó visitas en dos años sucesivos a un sitio aproximadamente en la misma fecha. Para la mayoría de las especies sus densidades fueron similares en 1970 y 1971, pero más similar en los cuadrantes del mismo tipo (expuestos, protegidos). Colectó 18 especies en los dos años. Entre las especies encontradas en el cuadrante de oleaje moderado donde Acantina brevidentata, Thais melones y Fissurella virescens, fueron las más abundantes, Opeatostoma pseudodon, Siphonaria maura, Fissurella longifissa, Anachis lentiginosa, Thais speciosa, Siphonaria gigas, Scurria stipulata. En el cuadrante de oleaje calmado se encontró que Anachis costellata, Acanthina brevidentata, fueron las más abundantes, A. rugulosa,, A. lentiginosa, N. funiculata, Thais biserialis, Fossarius sp, Anachis pygmaea, Notacmea biradiata, Purpura pansa. Encontró mucho mayor abundancia en el sitio protegido 83.7%, el sitio expuesto solo 16.3%.

Wells (1978), en un estudio que realizó en el Golfo Admiralty, Australia, área con rango de mareas de 8.8 m. El área de estudio esta compuesta por bahías con manglares y fondos lodosos, con cabezas de playa rocosa entre bahías. Este trabajó examinó la zonación de gastropodos epifaunales marinos y el área de trabajo es casi completamente rocoso en el área intermareal de Walsh Point. En la zona alta intermareal la playa esta compuesta por rocas entre 5 y 13 cm de diámetro y varias capas de profundidad, las cuales son fácilmente movidas por la acción del oleaje moderado. En la zona media intermareal a un metro de profundidad las rocas son más grandes de 10 a 30 cm y en la zona baja intermareal las rocas son basaltos de 30 cm o mayores y separaciones entre rocas cubiertas por arena. Walsh Point es una playa protegida de la acción de las olas y en la marea baja, es extremadamente turbia con visibilidad de 15 cm o menos y al aumentar la marea a 90 cm la visibilidad se

incrementa. Instalaron 4 transectos de 10 m perpendiculares a la playa de 0.5 m a 7 m de profundidad, utilizaron cuadrantes de 1m por lado y colocan uno cada metro a lo largo del transecto. Colectaron 3375 organismos pertenecientes a 18 especies de gastrópodos, de estas 10 alcanzaron la máxima abundancia cerca de la zona infralitroral, aunque reportan al menos 72 especies de gastrópodos para el Golfo Admiralty. La proporción de organismos en los niveles fue en el supralitoral 9%, el mesolitoral 76% y para el infralitoral 15%. En el nivel mesolitoral dos especies fueron las dominantes: Nerita undulata y N. reticulata y representaron el 38.9% y el 32.3% de todos los gastrópodos colectados, ambas especies tienen un amplio rango vertical, encontrandose en todos las zonas estudiadas. La densidad en el nivel infralitoral fue 24.3 org./m², en tanto para la zona mesolitoral fue 61.1 org./m². Utilizó el índice de diversidad de Simpson en cada nivel. Encontró que la región media fue la que presentó más alta diversidad. Los Herbívoros compuestos por tres especies de Nerita constituyeron el 72.9% de la población muesteada y los Carnívoros con cuatro especies de Thaididos el 16.1%, que ocurrieron en las zonas baja y media respectivamente. La diversidad más alta se encontró en la zona media y no en la zona baja debido al tipo de estructura de la playa (turbio durante la marea baja), además en la zona media, las rocas no las mueve el oleaje durante las tormentas habiendo protección en los huecos que se forman entre ellas.

Brusca (1980), en el Golfo de California observó que playas compuestas de piedra bola muy grandes son físicamente más estables que aquellas playas compuestas de pequeñas rocas o rocas sueltas. Comenta que hay una correlación directa sobre estas playas entre estabilidad del hábitat y riqueza de especies. Las playas de guijarros sueltos tienen una riqueza de especies muy baja. La diversidad de playas rocosas en términos del número de especies presentes en este hábitat es

mayormente debido a su estabilidad y heterogeneidad. También mencionó que la distribución vertical de muchos invertebrados litorales esta limitada por la disponibilidad de su hábitat preferido. El *Chiton virgulatus* requiere piedra bola de un cierto tamaño mínimo para vivir bajo ella.

Levinton (1982), señaló que teóricamente el número de especies no puede exceder el número de recursos disponibles en el hábitat; Al efectuar un estudio comparativo de diversidad, un hábitat con pocos recursos o tipos de microhábitat soportará más pocas especies que un hábitat heterogéneo con muchos recursos, con topografía compleja y muchos tipos de sustrato; Es bastante bien conocido que existe un gradiente con un incremento de la riqueza de especies (S) de altas a bajas latitudes y esto ha sido bien demostrado en moluscos gastrópodos y bivalvos.

Miller (1983), examinó la riqueza local de especies y los roles de gasterópodos y quitones tropicales en zonas intermareales rocosas de Oregon, USA, y en Costa Rica, América Central. La riqueza local de especies fue realmente variable. Los transectos tropicales no siempre fueron ricos, no fue significativa la diferencia en el número de especies encontradas en los transectos de Oregon y Costa Rica. También el pool de especies para el transecto tropical (75) fue más grande que el de Oregon (44), hay un incremento en el número de especies con el decremento en la latitud cuando áreas geográficas grandes son consideradas. La densidad de individuos por metro cuadrado fue mucho más grande en los sitios templados.

Krebs (1985), menciona que la dominancia en las especies guarda una relación inversamente proporcional con la diversidad; los ambientes de clima tropical permiten la susbsistencia de más especies por comparación con las áreas de clima templado.

Villalpando (1986), realizó un estudio de diversidad y zonación de moluscos en la Isla Roqueta, Acapulco, Guerrero y lo relacionó con la intensidad del oleaje: playa

protegida y playa semi-protegida. Utilizó cuadrantes de 1 metro seleccionados al azar sobre una línea marcada de 50 metros, abarcando 10 cuadrantes en los 3 níveles del litoral. El nivel 2 comprendió la zona de variación de mareas, arriba de este se fijo el nivel 1 e inferiormente en el 3, recolectó en 3 período durante septiembre de 1984 a mayo de 1985. Estimó los índices de diversidad por Shanon-Wiener, Simpson, y el estimador de Hurlbert, analizó las variaciones en los tres niveles de colecta. Separó los cuadrantes por medio de una comparación de similaridad de Czeskanowski. Realizó un análisis de agrupamiento (secuencial, aglomerativo, jerárquico y sin traslapes) a través del método de "grupos de pares ponderados" de Sokal y Michener. Registró a 86 especies para la facie rocosa mesolitoral de la isla la Roqueta: 59 gasterópodos (68.6%), 18 bivalvos (20.9%) y 9 poliplacóforos (10.5%), se encontró la distribución diferencial según el nivel; se determinó la mayor riqueza 67 especies en la playas protegida, en la semiprotgegida 60; observó mayor riqueza en el nivel tres, con 42 especies en la playa, protegida y 31 en la playa semiprotegida; se encontró mayor similaridad entre los cuadrantes de un mismo nivel; encontró un gradiente de menor a mayor diversidad en cuanto a profundidad sobre la Costa; consideró representativas para cada nivel a las mismas especies tanto para la playa protegida como la semiprotegida: para el nivel uno a: Littorina modesta, Nerita escabriCosta, Purpura patula pansa y Hoffmanolla hansi. Para el nivel dos a: Braquidontes semileavis, Colisella pediculus, Sifonaria palmata, Pseudochama inermes y Thais triangularis. Para el tres: Serpulorbis margaritaseus, Hipponix panamensis, Conus nux y Thais speciosa. Observó gran uniformidad de los distintos grupos alimenticios: 27 especies filtradoras, 27 herbívoras y 28 especies de Carnívoros y carroñeros. La familia más representada fue Fissurellidae con nueve especies. La familia Thaididae se encontró con una distribución diferencial caracterizando los tres niveles de muestreo, el nivel 1 Purpura patula pansa, el nivel 2 Thais triangularis, nivel 3 Thais speciosa. La abundancia de Brachiodontes semiliavis mostró un alto rango de distribución (horizontal y vertical) para las playas protegida y semiprotegida y se encontró desde el nivel 1 hasta el nivel 3. La familia Isognomonidae se encontró en ranuras o grietas del nivel 1 pero predominó en el nivel 2. Los gasterópodos Colisella pediculus y Siphonaria dominaron el nivel 2 y el género Collisella dominó en la playa expuesta. En poliplacóforos las dos especies dominantes fueron Chiton articulatus y Chiton albulineatus.

Salcedo *et al.*, (1988) estudiaron en la región de Zihuatanejo, Guerrero, de 1981 a 1982 a las microalgas y macroinvertebrados bénticos, realizaron cinco visitas al área de estudio. Utilizaron transectos perpendiculares a la línea de Costa, representados por una franja de 1 m de longitud, el cabo se colocó para que pasara de la zona litoral a la sublitoral. La información fue completada con observaciones fuera del transecto, en muestreos realizados con cuadrantes de 0.25 m² de área a la profundidad en que ocurría el cambio de facies de la rocosa a la arenosa. Colectaron 439 especies de las cuales 169 corresponden al filo Mollusca de las que al menos 37 fueron encontradas en el mesolitoral y gastrópoda estuvo mejor representada.

Turok et al., (1988) observaron en la zona intermareal, desde la barra del río Copalita hasta Puerto Angel, Oaxaca, a especies de moluscos tales como P. pansa Nerita scarbricosta, Littorina aspera, L. modesta, Chiton articulatus, Patella spp. Cypraea spp, Thais triangularis, T. melones y T. especiosa.

Delgado (1989), estudió la diversidad y distribución vertical de gasterópodos de facie rocosa de la Bahía de Acapulco, Guerrero, seleccionó tanto áreas protegidas como semiprotegidas al embate de las olas, estableció transectos de 10 m perpendiculares a la línea de Costa y fijó cuadrantes de 1m desde arriba hacia abajo hasta completar 7 m de profundidad. Colectó 2,174 ejemplares distribuidos en una clase, 31 familias, 49 géneros y 98 especies, de las cuales 47 correspondieron a la

zona mesolitoral. Encontró como especies abundantes en la zona mesolitoral a: Columbella fuscata, Tegula globulus, Shiphonaria gigas, Collisella pediculus y Thais triangularis, que juntas acumularon el 46.7% de la dominancia. El valor del índice de Shannon-Wiener encontrado para la zona mesolitoral fue de 3.228 bits/individuo. Observó que existe un gradiente de diversidad de menor a mayor de la zona supralitoral al infralitoral. Ubicó especies con amplia distribución local, por estar presentes en todas las localidades, estas fueron: Littorina modesta, L. aspera, Cantharus sanguinolentus, Leucozonia cerata y Conus nux. Señala que Collumbella fuscata y Tegula globulus son indicadores de la zona mesolitoral.

Holguín y González (1989), de un estudio faunístico presentan el listado de moluscos de la franja costera del Estado de Oaxaca obtenido de un ciclo anual de muestreo en los estratos supralitoral, mesolitoral e infralitoral entre 1984 y 1985, utilizaron recolección manual en facies rocosas y arenosas durante período de bajamar. Encontraron 176 especies, la contribución de especies fue principalmente por Gastropoda (61.4%), seguida por Bivalvia (36.4%) y en el menor número Polyplacophora (2.2 %). Señalan que los géneros mejor representados en la franja mesolitoral fueron *Fissurella, Collisella, Columebella, Purpura, Siphonaria, Chiton, Chama, Choromytilus, Thais y Ostrea*. También mencionan que la proporción de especies de moluscos mundiales por Clases ha sido estimada en aproximadamente 20,000 Gastropoda (65.2%), 10,000 Bivalvia (32.6%) y 650 Polyplacophora (2.1%). Además señalan que la interacción de factores físicos y biológicos, afecta la distribución zonal de los organismos y favorece el establecimiento de asociaciones características

Alvarez (1989), estudió de enero 1988 a enero de 1989 cuatro playas de Michoacán buscando relaciones ecológicas y algunos aspectos poblacionales de los

moluscos de la zona litoral, solo en dos de las localidades estableció transectos para estudiar la fauna malacológica asociada al caracol P. p. pansa, estas fueron dos playas rocosas: Maruata Viejo, que es una ensenada expuesta a la acción del oleaje y La Manzanilla, que es una ensenada protegida formada por pequeños cantos pulidos. Estableció un transecto rectangular de 7 X 3 m, y lo fijo tanto en el supralitoral, en el mesolitoral superior y el mesolitoral inferior. Una vez obtenido el transecto rectangular levantó el censo poblacional en los metros impares comenzando en el ángulo superior derecho. Encontró una riqueza de 17 especies; la playa protegida 17 y la expuesta 14. La zonación, en la playa expuesta en la zona mesolitoral superior estuvieron siempre presentes Littorina modesta, Purpura p. pansa, en la zona mesolitoral inferior el número de especies aumentó y fueron: Littorina modesta, Purpura p. pansa, Chormomytilus palliopunctatus, Chama squamuligera, Siphonaria palmata, Chiton articulatus y Thais triangularis, Littorina aspera, Nerita scarbricosta, Fissurella nigrocincta, B. semilaevis, Hoffmanola hansi, Ancistromesus mexicanus. En la playa protegida en la zona mesolitoral superior estuvieron siempre presentes: Littorina modesta, L. aspera y N. scarbricosta, en la zona mesolitoral inferior fueron Littorina modesta, L. aspera, P. p. pansa, Chama squamuligera y Nerita scarbricosta. Utilizó el índice de Shannon Wiener pero no describió el tipo de unidades (bits o beles) que utilizó, sin embargo en sus resultados se observa de manera general que existió un gradiente de menor a mayor diversidad desde el supralitoral hasta el mesolitoral inferior.

Magurran (1989), mencionó que algunos objetivos al medir la diversidad son: 1)
Contribuir o aportar conocimientos a la teoría ecológica. 2) Contar con parámetros que
nos permitan tomar decisiones o emitir recomendaciones en favor de la conservación
de taxa o áreas amenazadas 3) Al identificar un cambio en la diversidad, ya sea en el

número de especies, en la distribución de la abundancia de especies, o en la dominancia nos alerta acerca de procesos detrimentales. También menciona que cabe considerar que el número de especies aumenta invariablemente con el tamaño muestral y el esfuerzo de muestreo. En muchas comunidades ricas en especies la distribución de la abundancia de especies es generalmente normal logarítmica que puede ser un buen indicador para una extensa, madura y variada comunidad natural, mientras que en comunidades pobres en especies, bajo un severo régimen ambiental a menudo están relacionadas con series geométricas. Establece categorías principales de medición de la diversidad de especies que pueden dividirse en tres: Primero están los índices de riqueza de especies. En el segundo lugar los modelos de abundancia de especies los cuales describen la distribución de su abundancia. Los ínidices basados en la abundancia proporcional de especies constituyen el último grupo. En esta categoría vienen algunos índices, como los de Shannon y Simpson, que pretenden resolver la riqueza y la uniformidad en una expresión sencilla.

Reguero y García-Cubas (1989), estudiaron la composición y distribución de especies que conforman la comunidad de moluscos bentónicos en la plataforma marina de Nayarit, el muestreo se efectuó en un área de barrido de 1500 m² repartida en 54 estaciones de muestreo a profundidades que variaron de 15 a 122 m. De las muestras recogieron 208 especies de moluscos vivos y conchas. Las especies vivas representaron el 39.9%, presentando la mayor riqueza Gastropoda 66.3%, Bivalvia 28.9% y Polyplacophora 4.8%. La abundancia de moluscos vivos fue 84.1% Gastropoda, 12.5% Bivalvia y 1.3% Polyplacophora.

Domínguez et al., (1990) analizaron la distribución vertical y temporal de los moluscos de facie rocosa en dos localidades: Chacalilla y Santa Cruz, Nayarit. Realizarón 12 colectas (1989-1990) determinando a 18 especies de gastrópodos

(85.7%), una de bivalvos (4.8%) y dos de poliplacóforos (9.5%) distribuidos en la zona mareal y submareal. Utilizaron en los muestreos el método Dexter con un área mínima de un metro cuadrado, cuantificando el total de la comunidad de moluscos vivos. El índice de diversidad por nivel litoral para Cachalilla fue 1.77 supralitoral, 2.04 mesolitoral y 2.01 infralitoral. Para Santa Cruz el índice fue 1.48 supralitoral, 1.565 mesolitoral y 1.136 infralitoral. El índice de diversidad por estación de muestreo climática fue para Cachalilla en primavera 1.9497, en otoño 2.303, invierno 2.106 y verano 0.7427. Para Santa Cruz se observó en primavera una diversidad de 0.714, otoño 1.894, invierno 1.02 y verano 0.290. Se presentaron durante todas las estaciones de muestreo climáticas las siguientes especies: *P. obsoletus, Scurria mesoleuca, Tegula mariana, Purpura pansa, P. columellaris, Littorina aspera, Nerita scarbricosta y Choromytilus palliopunctatus*.

Valdez et al., (1990) determinaron 137 especies de las clases Gastropoda, Bivalvia y Polyplacophora, colectadas en cinco localidades ubicadas en la zona litoral del puerto de Mazatlán, Sinaloa. Realizaron 12 colectas mensuales abarcando la zona de mareas y la submareal. Registraron 4384 moluscos, los muestreos con el método de Dexter fueron con un área de 0.25 m². Encontraron 67 especies en la zona de mareas, 46 en la submareal. Primavera fue la estación de muestreo que presentó mayor riqueza con 36 especies en la zona de mareas y 26 especies en el submareal. En Cerritos obtuvieron la mayor riqueza con 38 especies. Con base en el índice de similaridad de Jaccard encontraron la mayor similitud en la estación de muestreo climática Primavera-Invierno con 36.7%. Por localidad la mayor similitud fue para Isla de la Piedra-Cerritos y la mayor similitud por profundidad con la zona de mareas-submareal dio un valor de 34.3%. La abundancia relativa de la zona mareal con 392 organismos fue ligeramente mayor (50.3%). En la zona de mareas la especie más

abundante fue *Cerithium menkei* con 2301 ejemplares (64.3%). Por estación de muestreo climática: Primavera fue la más elevada, la especie predominante fue *C. menkei* con 550 ejemplares (40.2%).

Román et al., (1991) reportaron observaciones ecológicas de los moluscos de la zona intermareal rocosa de bahía Chamela, Jalisco, de 4 estaciones en una tuvo predominancia de grandes rocas semisumergidas con superficies generalmente lisas y playas de guijarros y gravas, Punta Pérula (sustrato discontinuo); las otras tres presentaron roca de tipo volcánico con numerosas oquedades y hendiduras donde llegaban a formarse pozas de marea. Punta Rosada y P. Chamela e Isla Cocinas (con sustrato continuo). La recolecta fue realizada por medio de transectos perpendiculares a la línea de Costa y cuadrante de 0.50 por 0.50 m. El número de cuadrante varió en cada transecto y dependió del declive y la factibilidad de continuar las recolectas en la zona infralitoral. Hicieron 6 recolectas, repartidas en febrero, junio y agosto. Compararon grados de similitud entre diferentes recolectas por análisis de "Cluster" en el que las variables fueron los valores del índice de diversidad (H'n) de los transectos y como individuos los transectos mismos; también calcularon (H max) y la Equitabilidad (E). Agruparon especies por el método de conexión completa con el coeficiente general de Grower. Para el cálculo de la diversidad usaron el método de Shannon y Wiener. Utilizaron 3 métodos de colecta: manual, con draga y por transecto. Determinaron 55 especies con los 3 métodos, pero con el método de transecto obtuvieron 8,995 organismos con 26 especies de gastrópodos y 3 de bivalvos. Encontraron a seis especies con dominancia mayor a 1% a: Littorina aspera, Siphonaria palmata, Nerita scabriCosta, Septifer zeteki, Littorina modesta y Nerita funiculata que juntas hicieron el 95.4% de la abundancia total. Littorina aspera en el supralitoral alcanzó las mayores concentraciones en la parte húmeda del perfil, fue la más abundante y frecuente alcanzando el 75.31% de dominancia del total de recolectas. S. palmata se localizó en los límites extremos de las mareas, esta especie estuvo distribuida en toda la bahía y ocupó principalmente oquedades rocosas, se calculó la densidad hasta 60 especimenes por cuadrante, S. palmata ocupó el segundo lugar en abundancia. N. scarbricosta ocupó el tercer lugar, con una proporción del 6.5%. Se le observó en grupos mezclada con N. funiculata que representó el 1.3%. Littorina modesta con el 1.7%, estuvo en toda el área muestreada y fue la única especie cuya distribución se vio restringida a la franja inferior de la zona mesolitoral. Encontraron habitando en la zona mesolitoral a: Thais speciosa, T. biserialis, P. obsoletus, Purpura pansa, Collisela discors, Fissurella virescens, Tegula globulus y Siphonaria palmata. Para la zona infralitoral; Conus nux, Columella fuscata y Cantharus sanguinolentus. Valores de diversidad H' en Punta Pérula (protegida-discontinua) estuvieron en 1.523 en febrero. 1.812 en junio y 2.527 en agosto, aunque no refieren que unidades utilizaron (bits o beles). Mientras que los valores de equitatividad para las mismas fechas fueron 0.643, 0.646, 0.842. Encontraron que las estaciones de muestreo de sustrato continuo (3) estuvieron con valores de H' con variación desde 0.716 hasta 2.007 y equidad 0.183 a 0.502. Las especies de mayor presencia en el área rocosa de la bahía de Chamela fueron; Littorina aspera, N. scabriCosta, N. funiculata, S. seteki, S. palmata, F. virescens. Concluyen que la zona intermareal rocosa es uno de los ambientes costeros más ricos en especies debido a las condiciones del sustrato y a los diversos factores que en ella confluyen; los valores en los parámetros ecológicos sugieren diferencias entre los transectos tanto en su composición como temporalmente; La riqueza de especies en promedio fue 11.6 y varío de 7 a 18; La mayor riqueza y equitatividad J' se presentó en localidades con sustrato fijo; La mayor diversidad se presentó en la época de lluvias.

Castillo-Rodríguez y Amescua-Linares (1992), estudiaron al P. pansa y a la malacofauna asociada en el intermareal de Bahía Santa Cruz, Oaxaca, en el muestreo utilizaron una línea de 60 m de longitud paralelo a la Costa y cada 10 m se ubicó una estación de muestreo de 4 X 1 m. El área de estudio se caracteriza por dos regímenes estacionales que se manifiestan en la época de lluvias en verano y de secas en invierno. La amplitud de marea varió de 0.90 a 1.40 m y fue tipo mixta. El sustrato geológico de la zona de estudio es de roca intrusiva granito y es una franja sinuosa de macizos rocosos y elevados, con presencia de acantilados. Muestrearon las zonas supralitoral, mesolitoral y la parte superior del infralitoral en áreas protegidas y pozas de marea. Encontraron que la comunidad de moluscos en la zona intermareal estuvo compuesta por treinta especies repartidas en 66.7% por gastrópodos, 26.5% por bivalvos y 6.7% por Poliplacóforos. La abundancia de los grupos correspondió 78.6% a gastrópodos, 16.5% a bivalvos y 4.9% a Poliplacóforos. Encontraron que algunos organismos se disponían de modo gregario en áreas muy restringidas, principalmente en fisuras. La abundancia relativa de las especies de moluscos en la zona litoral no presentó una forma de dispersión uniforme, debido a su comportamiento gregario. Las especies de Littorina spp alcanzaron las mayores abundancias por área mínima. El 60% de la dominancia en la comunidad la ocuparon siete especies. Nerita scarbricosta, N. funiculata, Littorina modesta y L. apera en gasterópodos y los mejillones de tallas pequeñas representados por Chromomytilus palliopunctatus y Brachidentes semilaevis en los bivalvos. Entre los quitones destacó el Chiton articulatus. El 25% de la comunidad lo ocuparon las especies carnívoras representadas por Plicopurpura y Thais, lo que muestra un panorama relativamente favorecedor para el gremio trófico Carnívoros en la zona intermareal, el resto son preferencialmente macrófagas. raspadoras de algas y filtradoras. Señalan que los organismos intermareales están íntimamente asociados con sustratos porosos, ubicados en la exposición aire-agua, controlada por el régimen de marea. La superficie o textura rocosa de Costas primarias, con oquedades, grietas, cuarteadoras y fisuras, es el área con mayor incidencia de comunidades bentónicas donde encuentran refugio y protección. En cambio, en rocas de textura lisa su exposición sería susceptible a depredadores, habría dificultad de resguardo y estarían expuestas a sobrecalentamiento.

Reguero y García-Cubas (1993), mencionan que existe interés mundial y nacional respecto a la temática de la biodiversidad, y que en distintas reuniones promovidas por organismos como la ONU y la UNESCO, en las que se ha acordado llevar a cabo un programa de investigación sobre malacoclogía, en donde se contemplan cuatro enfoques prioritarios, que cubren los diferentes niveles de organización biológica: 1) Genético, 2) Comunitario, 3) Ecosistema e 4) Inventariar y vigilar la biodiversidad sobre el planeta. También mencionaron que la diversidad de especies de moluscos en el Pacífico es mayor con 2500 especies, contra 1000-1500 del Golfo de México y el Caribe.

García (1994), trabajó colectas mensuales de febrero a agosto de 1992 en 4 estaciones de muestreo en la zona mesolitoral de la Isla la Roqueta, Acapulco, Guerrero, de las cuales fueron dos semiprotegidas a la acción del oleaje (Palao, Palmita) y dos expuestas (Ventana, Zoológico), utilizó transectos de 20 m de largo por dos de ancho, lo dividió en secciones de 5 m y en cada sección selecciono al azar dos cuadrantes de 1 m, colectó a 3006 moluscos de la zona mesolitoral. Identificó a 36 especies; 30 gastrópodos (83.3%), 3 bivalvos (8.3%), y 3 poliplacóforos (8.3 6%). La clase Gastropoda fue la mejor representada. Señala con amplia distribución horizontal en el mesolitoral a las familias Thaididae, Chitonidae, Littorinidae, Fissurellidae y Chamidae. Con base en la abundancia encontró como especies indicadoras de la zona mesolitoral a *P. pansa, M. triangularis, M. guttata, Lottia mesoleuca, Tectura* 

fascicularis, Chiton albolineatus y C. articulatus. Encontró que las comunidades de playas expuestas y protegidas fueron dominadas indistintamente por P. p. pansa y L. modesta; observó dominancia secundaria en H. hansi en playas expuestas y a S. palmata y C. articulatus en protegidas. Encontró en las localidades variación en la riqueza de especies: 9 en Zoológico, 19 Ventana, 27 Palao y 24 en Palmitas, presentando mayor riqueza en las playas protegidas a la acción del oleaje. La dominancia acumulada en playas expuestas de tres especies fue 81% Ventana, 96.8% Zoológico y la dominancia acumulada de 5 especies en playas protegidas fue 61.5%, Palao y 83.8% Palmita. Observó mayor dominancia de especies en playas protegidas. Los valores de los coeficientes de similitud cualitativa de Jaccard encontrada fue 0.285 Zoológico-Palao, 0.375 Zoológico-Palmita, 0:535 Ventana-Palmita, 0.500 Palao-Palmita. Observó mayor similitud entre estaciones de muestreo contiguas, pero la mayor fue entre dos playas protegidas. Valores de diversidad H' encontrados fueron 3.053 Palmitas, 3.817 Palao, 1.606 (bits/ind.) Zoológico. Encontró valores de diversidad más altos en playas protegidas.

Holguín y González (1994), presentaron un inventario de la malacofauna para la franja costera de los Estados de Michoacán, Colima y Jalisco, sus muestreos incluyeron a las zonas supralitoral, mesolitoral e infralitoral donde registraron a 225 especies de las cuales 131 (58.2%) fueron gastrópodos, 87 (38.6%) fueron bivalvos y 10 (4.5%) poliplacóforos. Reportan que en el nivel superior o de salpicaduras en su parte rocosa esta bien representado por los géneros *Littorina*, *Nerita* y *Púrpura*, mientras que en el nivel mesolitoral, se eleva el número de especies entre las que destacan respresentantes de los géneros *Fissurella*, *Collisella*, *Siphonaria*, *Thais*, *Chiton*, *Chama*, *Pseudochama*, *Scurria*, *Barbatia*, *Choromitylus*, *Purpura*, *Hipponix*, *Crepidula* y *Columbella*. Encontraron como familias dominantes por clase por el

número de especies fueron para la Clase Gastropoda: Calyptraeidae, Muricidae, Fissurellidae, Columbellidae, Acmaeidae, Thaididae, para la Clase Bivalvia: Veneridae, Arcidae, Cardiidae, Mytilidae. Los géneros dominantes por Clase y número de especies fueron de la Clase Gastropoda: Fissurella, Conus, Collisella, Crepidula, Crucibulum, Cymatium, Cypraea, Thais, Columbella, Cerithium, Hipponix, Littorina, Calyptraea; la Clase Bivalvia: Barbatia, Chione, Cardita, Crassostrea, Pitar, Trahycardium, Anadara. Del grupo de los poliplacóforos, la familia Ischnochitonidae estuvo representada por cinco géneros de los cuales ninguno tiene más de tres especies. Señalan que la mayor diversidad específica se aprecia en aquellas áreas que dan a mar abierto y son constantemente bañadas y golpeadas por fuerte oleaje. Mencionan que la región costera de Jalisco, Colima y Michoacán, dada su condición tropical, es habitada por una elevada diversidad de organismos bentónicos.

Acevedo et al. (1996), mencionaron con respecto a la abundancia relativa para moluscos de algunas Costas del Pacífico mexicano, que los más altos valores son ocupados por especies de los géneros: Cerithium, Littorina, Chiton, B., Choromytilus, Lithophaga, Tricolia, Isognomom, Ostrea, Siphonaria, Nerita, Crepidula, Diodora, Planaxis, Calyptracea, Tegula, Thais, Purpura, Anachis y Acanthina principalmente. Mencionan que la riqueza de especies de moluscos se mantiene constante todo el año, entre 60 y 80 especies, excepto en la época de otoño, cuando el efecto de ciclones y marejadas constituye un factor de perturbación que hace disminuir la riqueza.

Brower et al., (1998) señalan que la estabilidad de una comunidad esta fuertemente relacionada con el número y complejidad de las redes alimenticias y el flujo de nutrientes. A más grande complejidad habrá mayor estabilidad en la comunidad. Por lo tanto una alta diversidad de especies es usualmente asociado con una alta estabilidad en la comunidad

Ricklefs (1998), mencionó que como regla general aparecen más especies en las áreas grandes que en las pequeñas. También señaló que cuando se intenta tabular la diversidad de una comunidad o parte de una comunidad identificando a todos los individuos hallados dentro de un área dada, se ha descubierto que algunas especies son abundantes y muchas más son Ocasionales. Cualquiera que sea la especie incluida en una muestra, los números de individuos por especie a menudo adoptan patrones regulares de distribución. Estos patrones de abundancia relativa constituyen otra forma en la cual los ecólogos han cuantificado la estructura de las comunidades. La abundancia de las especies parece reflejar la variedad y la abundancia de los recursos disponibles para cada población, así como las influencias de los competidores, los predadores y las enfermedades.

Taít y Dipper (1998), mencionaron que hay muchos otros factores aparte del ciclo de mareas, que influyen sobre los niveles que ocupan los organismos costeros por lo que la distribución de estos varía de un lugar a otro y el número de organismos es tan grande que en algunas Costas todos los espacios disponibles están ocupados y se ha establecido una fuerte competencia por el espacio vital. La existencia de una población numerosa es síntoma de que hay abundantes recursos alimenticios, los cuales proceden de distintas fuentes. A lo ancho de la orilla se establece un gradiente de condiciones ambientales, Los requisitos para la vida al aire y en el agua son tan distintos que no existe ningún organismo que esté igualmente bien adaptado para vivir en cualquier nivel de la orilla. Por tanto, cada nivel está ocupado por grupos de animales y plantas distintos; cada especie predomina en una zona determinada donde las condiciones son las más favorables para ella. Por encima y por debajo de esta zona el número de ejemplares se reduce o incluso está ausente, porque las condiciones ambientales son mucho menos apropiadas y pueden ser desplazados por

otras especies competidoras mejor adaptadas a esos niveles. Hay grandes diferencias en la distribución de los organismos costeros de un lugar a otro debidas a las peculiaridades geográficas, geológicas y climáticas. Entre los factores que modifican la distribución de los organismos y que varian según la localidad se incluyen la intensidad del oleaje, el tipo de roca o sedimento. Cuando el sustrato es estable y permanente; constituye una superficie segura sobre la que pueden crecer diversos organismos sesiles. El tamaño y la composición de las comunidades de las Costas rocosas están muy afectados por la intensidad del oleaje. El oleaje más intenso evita el crecimiento de algas y la superficie de la roca aparece cubierta básicamente por balánidos y lapas o, en ocasiones en niveles más bajos por mejillones.

Reyes (1999), estudió la sistemática de los quitones del Pacífico, del Caribe y de las islas Galápagos. Encontró 7 géneros y 13 especies de quitones. El estudio incluyó ejemplares colectados de la región de Acapulco y Zihuatanejo, Guerrero y Oaxaca, entre los géneros que encontró están *Ischnochiton muscarius, Chiton articulatus*, *C. albolineatus* y *Tonicia forbessi*.

Esqueda *et al.* (2000), estudiaron la distribución y abundancia de gastrópodos y bivalvos de cinco playas rocosas (expuestas, semiexpuestas y protegidas) de la Bahía Cuastecomate, Jalisco con anchuras variables de 20 a 35 m y pendientes de 12° - 25°. Muestrearon durante la marea baja de septiembre 1993 a marzo 1994 usaron cuadrantes de 0.75 m colocados a lo largo de líneas de transecto (longitud = 10 m) en réplica en las zonas supralitoral y mesolitoral (intermareal superior, medio e inferior). Recolectaron 6,663 moluscos, los gastrópodos dominaron las muestras (6,272 individuos, 44 especies), los bivalvos fueron menos abundantes y diversos (371 individuos, 5 especies). Encontraron que diecisiete especies con densidad mayor que 10 org./m² y representaron el 89.8% de todos los individuos recolectados y los

consideraron como los representativas. Los gastrópodos Nodilittorina aspera y Nerita scarbiCosta fueron los más abundantes en la zona supralitoral, mientras que en la zona mesolitoral los bivalvos de la familia Mytilidae fueron los más abundantes como fueron Brachidontes adamsianus y Ch. palliopunctatus con 60.7 y 61.3 individuos/m², respectivamente. La abundancia de gastrópodos disminuyó desde el supralitoral hacia las zonas inferiores mientras que el número de especies aumentó en la misma dirección. El número de especies de bivalvos también aumentó desde el supralitoral hacia la zona intermareal inferior; la abundancia de individuos fue mayor en la zona intermareal media. Seis especies de gastrópodos registraron una amplia distribución vertical en el intermareal: Lottia mesoleuca, Mancienella speciosa, M. triangularis, mitrella ocellata, P. obsoletus y P. p. pansa. Dos especies de bivalvos fueron ampliamente distribuidos: Chama squamuligera del mesolitoral superior al bajo y C. palliopunctatus del supralitoral al mesolitoral medio. Observaron que el número de especies colectadas por búsqueda directa en el mesolitoral rocoso fue siempre más grande que el número obtenido con transectos y cuadrantes; los estudios desarrollados con período de muestreo más grandes registraron un mayor número de especies. Encontraron especies que fueron más comunes en localidades donde la acción a las olas fue más intensa, particularmente Patella mexicana y P. p. pansa, y especies de Fisurella, Siphonaria, Trimusculus, Calyptraea, Crucibulum, Lottia y Tectura, y la mayoría de los bivalvos encontrados en la bahía. Encontraron que la mayoría de las especies se asocian a hábitat con "protección" es decir fisuras, hendiduras, hoyos, pozas de mareas, lo que puede hacer variar su abundancia y disponibilidad. Reportan que las especies características de las zona supralitoral: Nodilittorina aspera, N. modesta, Nerita scabricosta, N. funiculata. Determinaron con amplia distribución vertical en el mesolitoral a: Lottia mesoleuca, Mancinella speciosa, M. triangularis, ya que se encontraron de todos los niveles. Encuentran diferencias en el número de

especies encontradas en playas expuestas y protegidas. Las protegidas tienen un número grande de especies, en las playas expuestas la exposición a la acción fuerte de las olas es restrictiva. Ellos utilizaron para el análisis de cluster 32 especies del mesolitoral bajo, la estación de muestreo con menor riqueza presentó 11 y la mayor 18. La abundancia de todas las especies fue siempre relativamente baja (<20 ind./m²) excepto por Tegula spp y Columbella fuscata con 96.4 y 64 ind/m² respectivamente. Midieron la afinidad entre grupos de especies de diferentes estaciones de muestreo con el coeficiente de correlación de Pearson usando los valores de abundancia de las especies de la zona intermareal inferior, con el análisis de Jaccard encontraron 3 grupos, una similtud <0.3 en el primer grupo con siete especies en común con cada una de la otras estaciones de muestreo, el segundo <0.4 con nueve especies y el tercero <0.5 también con nueve y la más alta afinidad (similaridad) y por este método concluye que los grupos se formaron en playas con similar morfología y exposición. Con la correlación de Pearson cuantitativo reconocieron 3 grupos: con valores de similaridad de 0.7, 0.4 y 0.8, el primero para dos estaciones de muestreo protegidas con alta dominancia de Chama squamuligera, el segundo para una estación de muestreo expuesta, dominada por P.p. pansa y B. adamsianus y el tercero formado por 2 estaciones de muestreo semiexpuestas con Tegula como la especie dominante, pero con especies dominantes de sustrato arenoso bajo rocas, con lo que concluyen que la afinidad entre estaciones de muestreo no dependió de su cercanía sino de la alta dominancia de algunas especies, de la abundancia relativa de las especies secundarias y de las características de exposición propias de cada playa.

Granados *et al.*, (2000) mencionan que los diferentes tipos de sustrato permiten y limitan la existencia de diferentes asociaciones faunísticas; por ello, los organismos

son indicadores, más o menos selectivos rigurosos del hábitat en el que viven y lo pueden caracterizar. Es evidente que la fauna que vive sobre rocas expuestas al oleaje, como moluscos litorínidos y algunos cangrejos, tienen características y demandas etológicas muy particulares que les permiten adaptarse a estos ambientes y que son diferentes de los que se encuentran en una plataforma continental; mencionan que la estacionalidad en las zonas tropicales pueden manejar período anual, período de secas y lluvias.

Villarroel et al., (2000) estudiaron la diversidad y zonación de moluscos en el litoral rocoso de Michoacán, México. Trabajaron con transectos perpendiculares a la Costa colocados desde la parte superior de littorinas hasta donde acaba la franja de erizos, tomaron mediciones entre el hilo y el sustrato cada 20 cm y anotaron los organismos y el sustrato que encontraron en cada punto, abarcando tres zonas, supralitoral, mesolitoral e infralitoral. Aparte de transectos recorrieron playas rocosas y arenosas de la Costa michoacana para verificar la presencia de otros organismos no encontrados en el transecto. No proporcionan datos de abundancia. Encontraron 61 especies, 41 gastrópodos (67.2%), 17 bivalvos (27.9%) y 3 poliplacóforos (4.9%). Encontraron algunas especies interzonales: Littorina modesta y L. aspera (supralitoral, mesolitoral) y Chiton articulatus y C. albolineatus (mesolitoral, iinfralitoral). Especimenes de Littorina se encuentran esparcidos o agrupados en hendiduras, huecos o grietas de las rocas. En la zona supralitoral son característicos L. aspera y L. modesta. En la zona mesolitral superior estuvieron presentes 42 especies (68.9%) del total de especies encontradas, los más comunes de esta zona son Ancistromesus

mexicanus, Calyptraea spirata, Crucibulum scutellatum, C.umbrella, C. monticulus, Chama mexicana, C. squamuligera, Collisella pediculus, Siphonaria maura, S. palmata, Thais biserialis, T. kiosquiformis, T. triangularis, T. emarginata, Purpura p. pansa, Fisurella nigrocincta, F. microtrema, Littorina aspera, Nertita scarbicosta y Scurria mesoleuca. Para la zona mesolitoral media, con característica de hábitat expuesto es común encontrar Choromytilus palliopunctatus agrupado en racimos, Collisella pediculus, Notacmea fasicularis, Scurria mesoleuca; mientras que con hábitat protegido es común Tegula globulus, Hipponix pilosus, Chiton albolineatus y C. articulatus.

Del Río y Villarroel (2001), hicieron un estudio comparativo de una poza expuesta y de una protegida del embate de las olas en playas de bloque rocoso del Faro de Brucerías, estudiaron los moluscos, realizaron colectas en cada estación de muestreo del año. Utilizaron cuadrantes de 20 X 20 cm en transectos longitudinales empezando en la zona de litorinas y terminando donde aparecen los erizos, abarcaron las zonas supralitoral, mesolitoral superior, media e inferior. Registraron a 22 familias y 42 especies: repartidas en 30 gastrópodos, siete bivalvos y cinco poliplacóforos. La poza de marea expuesta fue más diversa en la composición de especies, siendo abundantes a través del año *Chiton articulatus, Fissurella gemmata, Plicopurpura p. pansa y Littorina aspera*. Señalan a *C. articulatas* como especie característica de la poza expuesta donde estuvo presente todo el año en los niveles del superior, medio e inferior del mesolitoral; el *P. pansa* fue otra especie que estuvo presente en el mesolitoral superior, medio e inferior. En la poza protegida *Littorina aspera* estuvo presente durante todo el año en el supralitoral, mesolitoral superior y medio.

Moreno (2001), menciona que los índices en sí mismos no son más que herramientas matemáticas para describir y comparar la diversidad de especies. Además señala que los tres primeros números de Hill (1973) son parámetros muy recomendables actualmente y que en su conjunto, estos tres valores dan una idea clara tanto de la riqueza como de la dominancia y/o equidad de la comunidad. También hace una interpretación biológica y estadística de los modelos paramétricos más comunes de abundancia de especies, que para el caso de la serie log normal en la interpretación biológica, señala que es una subdivisión jerárquica del nicho en la cual la probabilidad de subdividirlo es independiente de la longitud del segmento, o una comunidad especializada en diferentes elementos del hábitat que se subdividen jerárquicamente. Caracteriza comunidades grandes o estables en equilibrio. En la interpretación estadística manifiesta que las poblaciones de las especies crecen de manera exponencial y responden independientemente a diferentes factores, o un conjunto de poblaciones que están en equilibrio en parches pequeños.

Cox (2002), señala el interés y preocupación de utilizar índices de diversidad en estudios de impacto ambiental y de contaminación, ésta se desarrolló casi al mismo tiempo, y los índices de diversidad fueron rápidamente introducidos en el análisis de calidad ambiental. Menciona que se ha observado que comunidades maduras o medioambientes estables típicamente muestran alta diversidad de especies y aquellas disturbadas o estresadas son menos diversas, llevó a algunos investigadores a utilizar índices de diversidad como medida de estrés ambiental.

Reyes-Gómez y Salcedo-Vargas (2002), actualizaron el listado de las especies de Chitones de las Costas mexicanas. Un total de 127 especies fueron registradas en el área. De acuerdo con la distribución geográfica de las aguas mexicanas se da una

lista de especies asociada para cada región geográfica, correspondiendo 12 especies a él Pacífico Tropical Mexicano. Presentan una lista de especies registradas en el Pacífico Tropical mexicano, éstas son: Leptochiton alveolus, L. belknapi, L. incongruus, Lepidochitona beanii, Tonicia forbbesii, Chaetopleura lurida, C. unilineala, C. hanselmani, Ischnochiton muscarius, Stenoplax limaciformis, S. boogii, Lepidozona clathrata, L. formosa, L. rothi, L. skoglundi, Callistochiton elenensis, C. expressus, C. colimensis, Callistoplax retusa, Chiton albolineatus, C. stokesii, C. articulatus, Acanthochitona angelica.

## 1.2 OBJETIVO GENERAL

Analizar la estructura de la comunidad de moluscos del mesolitoral superior en playas de facie rocosa del Estado de Guerrero.

Objetivo particular 1

Analizar los atributos de la comunidad de moluscos del mesolitoral superior en playas de facie rocosa del Estado de Guerrero, México.

Objetivos específicos:

- 1.1. Obtener la lista de especies
- 1.2. Conocer la riqueza de especies
- 1.3. Conocer la composición de las especies en la comunidad con base en su abundancia relativa y frecuencia de aparición.
- 1.4. Ubicar la proporcion de especies y su abundancia relativa por Clase y Familia.
- 1.5. Medir la densidad.
- 1.6. Determinar la diversidad (equidad-dominancia).
- 1.7. Detectar a las especies de moluscos biológicamente importantes.
- 1.8. Conocer la proporción específica por gremios tróficos.

Objetivo particular 2.

Identificar el estado de madurez o equilibrio de las comunidades

Objetivo específico

 Identificar el estado de las comunidades a partir del ajuste de un modelo.

Objetivo particular 3

Identificar afinidades entre comunidades y estaciones de muestreo.

Objetivos específicos

- 3.1 Identificar la similitud de las comunidades y los sitios de estudio con base en las características de exposición al oleaje y perfil del sustrato.
- 3.2 Identificar asociaciones de las comunidades y los sitios de estudio con base en las proporciones de la riqueza de especies y proporciones de Gremios tróficos.

# **HIPÓTESIS**

La estructura de la comunidad malacológica del mesolitoral de facie rocosa del Estado de Guerrero es madura, y varía en razón a: la latitud, el nivel del mesolitoral, exposición al oleaje, perfil del sustrato y con la época del año.

# 2. MATERIAL Y METODOS.

## 2.1 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.

#### 2.1.1 Localización del área de estudio.

Guerrero colinda al este con Puebla y Oaxaca; al sur con Oaxaca y el Océano Pacífico; al oeste con el Océano Pacífico y Michoacán, tendiendo como coordenadas al norte 18°53', al sur 16°19' de latitud norte; al este 98° 00', al oeste 102° 11' de longitud oeste (INEGI, 2000). Desde el punto de vista biogeográfico el Estado de Guerrero pertenece a la Provincia Mexicana (Briggs, 1974).

Las localidades seleccionadas como estaciones de muestreo para el área de estudio (Figura 1) fueron tomadas con base en los criterios de: a) fácil y segura accesibilidad, b) alejadas en lo posible de la influencia antropogénica, c) alejados de playas arenosas, d) que fueran playas expuestas y protegidas a la acción del oleaje y que presentaran diferente perfil del sustrato, e) que hubiera representación para cada una de las tres regiones geopolíticas de Guerrero. De tal manera que la región con menor latitud fue la Costa Chica donde se seleccionó a tres estaciones de muestreo, la región Acapulco de latitud intermedia con dos y la región con mayor latitud para el estudio fue la Costa Grande con cuatro estaciones de muestreo, las cuales están georeferenciadas (Tabla 1).

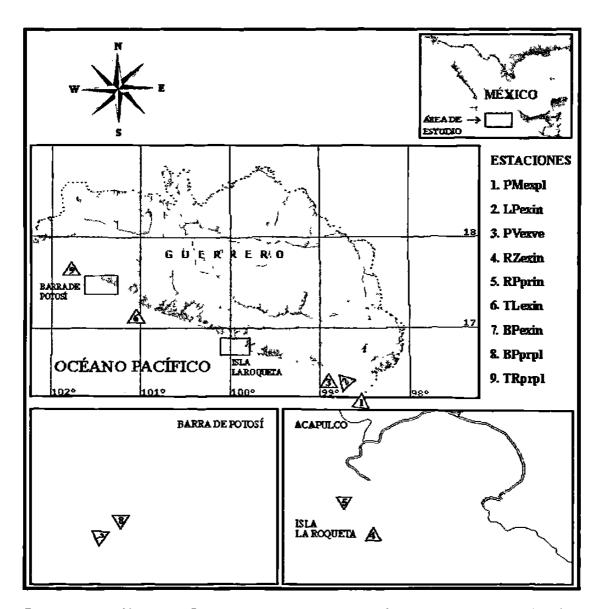


Figura 1. Situación geográfica y estaciones de muestreo de recoecta en el mesolitoral rocoso del Estado de Guerrero, México.

TABLA 1

# ESTACIONES DE MUESTREO CON SU UBICACIÓN POR MUNICIPIO, REGIÓN Y GEOREFERENCIA, ESTADO DE GUERRERO.

ESTACIÓN DE MUESTREO	MUNICIPIO DEL ESTADO	REGIÓN DE GRO.	COORDENADAS
(nomenclatura de la	DE		
playa)	GUERRERO		
PUNTA MALDONADO	CUAJINICUILAPA	COSTA CHICA	16° 19′ 26.7″ N y
(PMexpl)			98° 34′ 4.6″ W
LAS PEÑITAS	MARQUELIA	COSTA CHICA	16° 33′ 13.9″ N y
(LPexin)			98° 46′ 22.4 W
PLAYA VENTURA	COPALA	COSTA CHICA	16° 32′ 08.3″ N Y
(PVexve)			98° 54′ 44.6″ W
ZOOLOGICO, I. LA ROQUETA	ACAPULCO	ACAPULCO	16° 49′ 11.2" N y
(RZexin)			99° 54° 8.8″ W
PALMITAS, ISLA LA ROQUETA	ACAPULCO	ACAPULCO	16° 49° 25.9" N y
(RPprin)			99° 54′ 40.5″ W
PIEDRA TLACOYUNQUE	PAPANOA	COSTA	17° 15′ 14.6″ N y
(TLexin)		GRANDE	101° 00′ 46″ W
BARRA POTOSÍ EXPUESTO	PETATLÁN	COSTA	17° 32′ 17.4" N y
(BPexin)		GRANDE	101° 27′ 19.1" W
BARRA POTOSÍ PROTEGIDO	PETATLÁN	COSTA	17° 32′ 12.5″ N y
(BPprpl)		GRANDE	101° 26° 54.6" W
TRONCONES	LA UNIÓN	COSTA	17º 47′ 35″ N y
(TRprpl)		GRANDE	101° 44′ 46.6″W

(Nomeclatura de playas = Las dos letras mayúsculas son la estación de muestreo, dos minúsculas siguientes son el tipo de exposición —expuesto, protegido-, las últimas dos letras minúsculas son la pendiente—plano, intermedio, vertical)

# 2.1.2 Fisiografía

Carranza-Edwards et al. (1975) menciona que la Costa de Guerrero tiene una longitud aproximada de 470 km y de acuerdo a las características regionales de Guerrero lo ubican en la unidad morfotectónica número VIII, frente en la cual se tiene

una plataforma continental muy angosta. La línea de Costa es paralela a la fosa México Mesoamericana. Se clasifica como Costa de colisión continental, predominan las Costas primarias, formadas por movimientos diastróficos, con fallas y Costas de escarpes de falla. No obstante, se dan en menor escala Costas secundarias por erosión por olas, promontorios y Costas de terrazas elevados cortados por oleaje y Costas secundarias por depositación marina así como playas y ganchos de barrera.

El sustrato en las estaciones de muestreo de éste estudio (Figura 2), se describe para cada estación como sigue:

Punta Maldonado (PMexpl) está compuesta de rocas sedimentarias tipo areniscas del Periodo Terciario Superior TS(ar) de tonalidades grisáceas. El sustrato es relativamente frágil e inestable, presenta gran cantidad de oquedades de diámetro y profundidad variables distribuidas de manera uniforme por toda el área (Figura 2 a)

Las Peñitas (LPexin). Compuesta de rocas metamórficas clasificadas como Gneis del periodo Jurásico J(Gn), de colores grisáceos con bandas negras que intemperiza en tonos café y amarillo. El sustrato es firme estable, resistente a la acción del oleaje, con superficie áspera compuesta de protuberancias, gran cantidad de fisuras, grietas y oquedades así como superficies sin pliegues (Figura 2 b).

Playa Ventura (PVexve). Compuesta por rocas ígneas intrusivas tipo granodiorita del periodo Terciario T(Gd), formando grandes bloques de estructura compacta. Sustrato firme estable y resistente al oleaje, con gran cantidad de grietas, fisuras y oquedades distribuidas de manera heterogénea, con superficie áspera (Figura 2 c)

Playa Zoológico (RZexin). Se encuentra en la Isla la Roqueta en Acapulco. Está compuesta por rocas ígneas intrusivas de estructura compacta tipo granito-granodiorita del jurásico-cretácico J-K (Gr-Gd). De color blanco con vivos negros y por

intemperismo toma tonos amarillos y pardos. Playa expuesta, presenta sustrato firme estable con gran cantidad de fisuras, grietas y oquedades dispuestas en toda el área (Figura 2 d).

Playa Palmitas (RPprin). Se encuentra en la Isla la Roqueta en Acapulco. Está compuesta por rocas ígneas intrusivas de estructura compacta tipo granito-granodiorita del jurásico-cretácico J-K (Gr-Gd). De color blanco con vivos negros y por intemperismo toma tonos amarillos y pardos. Playa protegida. Presentan sustrato firme estable con gran cantidad de fisuras, grietas y oquedades dispuestas en toda el área (Figura 2 e).

Tlacoyunque (TLexin). Compuesta por rocas ígneas intrusivas de estructura compacta tipo diorita del Cretácico K(D). El sustrato es firme estable y áspero, formando grandes bloques con pliegues, fisuras y grietas distribuidas de manera heterogénea (Figura 2 f).

Barra de Potosí Expuesto (BPexin). Compuesta por rocas metamórficas tipo metavolcánicas del cretácico inferior Ki (metavolcánico). De color gris y pardo oscuro. Playas expuesta que presenta una combinación de grandes bloques firmes estable con fisuras y grietas así como una gran cantidad de cantos rodados grandes inestables que se llegan a mover cuando el oleaje es muy intenso (Figura 2 g).

Barra de Potosí Protegido (BPprpl). Compuesta por rocas metamórficas tipo metavolcánicas del cretácico inferior Ki (metavolcánico). De color gris y pardo oscuro. Esta playa protegida a la acción del oleaje está compuesta solamente por cantos rodados inestables y lisos, con algunas pequeñas oquedades y presencia de cavidades formadas en el acomodo de las piedras, menores de un metro de diámetro y de fácil movilidad por el impacto de las olas (Figura 2 h).

Troncones (TRprpl). Compuesta por rocas sedimentarias y volcanosedimentarias del cuaternario tipo aluvial y/o litoral de tonalidades grises oscuras. Presenta montículos firmes estables de estructura compacta con gran cantidad de fisuras y grietas que durante la marea alta llegan a estar parcialmente cubiertos (Figura 2 i).

#### 2.1.3 Clima

De acuerdo al sistema de clasificación climática de Köpen, modificada por García (1981) el Estado de Guerrero es del grupo de clima cálido, subhúmedo, con calor todo el año y con lluvias considerables en verano Aw (w)i y presenta un porcentaje de lluvia invernal de 5 a 10%; la precipitación pluvial durante el mes más seco es de ± 60 mm; en cuanto al grado de humedad, se ubica en los del subtipo intermedio, con una temperatura mínima mayor a 18 grados centígrados durante el mes más frío. En las regiones con este tipo de clima, la temperatura media durante el mes más caliente es de 29 grados centígrados, siendo esto en el mes de abril o mayo.

#### 2.1.4 Temperatura del agua

La estructura térmica del Pacífico Tropical Este se caracteriza por una capa de mezcla donde la temperatura es casi constante; la variación anual de la temperatura superficial fluctúa entre 26 y 28 °C. La intrusión de agua superficial Subtropical propicia cambios anuales de 5 °C o más en el área cercana a Cabo Corrientes, mientras que en el Golfo de Tehuantepec oscilan entre 3 y 4 °C (De la Lanza, 1991).

#### 2.1.5 Mareas

El movimiento total de la marea se propaga desde Cabo Corrientes hacia el Sur. La amplitud de marea disminuye en Lázaro Cárdenas, Michoacán, lugar donde se registran las amplitudes más pequeñas de la Costa del Pacífico Tropical Mexicano, de

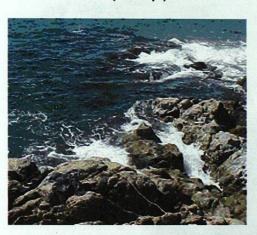
aquí, vuelven a crecer hasta alcanzar su valor máximo en el Golfo de Panamá; las mareas en las Costas de Guerrero son semidiurnas, mixtas, presentando sus niveles máximos y mínimos de los dos ciclos diferentes, presentando poca variación (De la Lanza, 1991).



a) PUNTA MALDONADO (PMexpl)



d) ZOOLOGICO (RZexin)



b) PEÑITAS (LPexin)



e) PALMITAS (RPprin)



c) VENTURA (PVexve)



f) TLACOYUNQUE (TLexin)

# Figura (continuación)



g) B. POTOSÍ EXPUESTO (BPexin)



h) B. POTOSÍ PROTEGIDO (BPprpl)



i) TRONCONES (TRprpl)

Figura 2. Representación fotográfica de las nueve estaciones de muestreo en el Estado de Guerrero.

#### 2. 2 Métodos

# 2.2.1 Métodos de campo

Se realizaron visitas preliminares a playas de facie rocosa del Estado de Guerrero en los meses de mayo, junio, julio y agosto de 2000 para ubicar en las estaciones de muestreo con base en el criterio de Stephenson y Stephenson (1949) la zonación de especies y en particular la zona mesolitoral superior, la cual es análoga a la zona mesolitoral superior (high, intertidal) descrita por Ricketts *et al.* (1968) para el Océano Pacífico; además de colectar muestras biológicas que permitieran el posterior reconocimiento de las especies de moluscos *in situ* y conocer previamente las características de dispersión y distribución de las poblaciones de moluscos que prevalecen. También se entrenó en este periodo al personal de apoyo técnico para el trabajo en el muestreo de campo.

Para delimitar el área de trabajo se empleó un transecto rectangular de 30 m de largo por dos de ancho paralelo a la línea costera; la unidad muestral fue de un m²; dentro del rectángulo se ubicaron dos estratos o niveles verticales, al de arriba se le llamó Nivel I cuyo limite superior colindó con la zona de neritas y litorinas, al restante se le llamó Nivel II y cuyo limite inferior esta por encima de la zona de balanus (Figura 3).

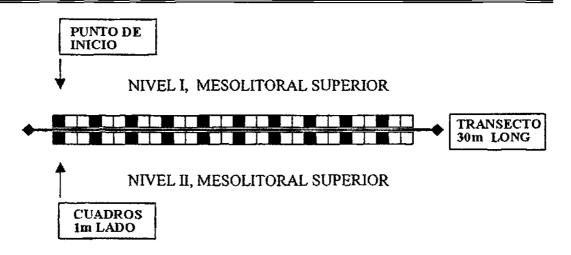


Figura 3. Esquema a seguir para el muestreo de moluscos que se ajusta al relieve en el mesolitoral superior de facie rocosa. Las unidades a muestrear son los cuadros negros.

Para estimar un tamaño de muestra suficientemente grande para representar adecuadamente la comunidad se realizaron en el mes de septiembre visitas con fines experimentales a nueve estaciones de muestreo, considerando en las muestras a distintas áreas (2, 4, 6, 8, 10, 12,14, 16, 18 y 20 m²).

Se representaron los datos de riqueza de especies(r) en cada área recorrida y se ajustaron a la ecuación de una curva asintótica:

$$r = a (1 - e^{-bl})$$

donde:

a y b = parámetros

I = longitud recorrida para una riqueza observada

a = número máximo de especies

b = constante de decremento de la función

Con los datos obtenidos de las muestras de las diferentes estaciones de muestreo se realizaron las pruebas basadas en 1) la riqueza de especies y 2) con base en la diversidad, estas fueron las siguientes:

- a) Se construyeron curvas de diversidad (especies-área), utilizando los valores del número de especies acumulados con transformación a logaritmos contra el número de metros muestreados, una vez obtenida la gráfica se detectó el punto donde la curva se aplanaba y a partir de este se estableció el área mínima a muestrear. Por este método se encontró para las nueve localidades un promedio de 13 m como tamaño deseable para muestrear.
- b) Para cada estación de muestreo, se estimaron los parámetros para obtener un modelo de regresión lineal simple, manejando un nivel de confianza del 95% y hacer estimaciones del número promedio de especies esperado para cada una de las nueve estaciones de muestreo. (Cox, 2002). Al observar las curvas estimadas por el modelo correspondiente a cada estación de muestreo, se observa que la curva crece rápidamente de los 2 a los 10 m² y tiende a aplanarse antes de los 15 m² y posterior a este presentan un crecimiento lento y constante.
- c) Se representaron los datos de diversidad de Shannon-Wiener frente a las distintas áreas realizadas, con el propósito de conocer la distancia de transecto a la que se estabilizó el valor de diversidad. Con el examen gráfico de este método se encontró que 12 m² es el valor al que se estabilizó la diversidad en el promedio de las nueve estaciones de muestreo.

El tipo de dispersión (razón varianza/media) de las especies en la comunidad se obtuvieron de las rutinas del programa de Biodiversity Professional (McAleece, 1997). Los datos de las muestras experimentales mostró que las especies presentaron una mayor proporción con dispersión agregada en siete estaciones de muestreo

(considerando una proporción superior al 50%) y solo RZexin y BPexin tuvieron dispersión al azar siguiendo el mismo criterio. (Tabla 2).

PROPORCIÓN Y TIPO DE DISPERSIÓN (RAZON VARIANZA/MEDIA) DE MOLUSCOS EN EL MESOLITORAL SUPERIOR DE FACIE ROCOSA EN NUEVE ESTACIONES DE MUESTREO DEL ESTADO DE GUERRERO.

ESTACIONES	TIPO DE DISPERSIÓN VARIANZA/MEDIA		
DE	AGREGADO	AZAR	
MUESTREO	%	%	
PMexpl	59.11	_40.1	
LPexin	73.5	26.5	
PVexve	71.4	28.6	
RZexin	30.1	69.9	
RPprin	55.6	_44.4	
TLexin	64.2	35.8	
BPexin	41.7	58.3	
BPprpl	62.8	37.2	
TRprpl	54	46	
PROPORCIÓN PROMEDIO	57%	_43 %	

Esta agregación de los organismos hace imposible asegurar que los individuos se muestrean aleatoriamente. Magurran (1989) señaló que esta no aleatoridad es importante ya que los índices de diversidad asumen que: la probabilidad de que dos individuos muestreados sucesivamente pertenezcan a la misma especie, depende solamente de la abundancia relativa de las especies en la comunidad, también señaló que algunos autores demostraron que la agregación afecta siempre a las estimaciones de riqueza de especies. Una solución a este problema es estimar el índice de diversidad mediante el método del salto en el cálculo (Jack-Knifing). Está técnica es potente contra el sesgo causado por el contagio (Zahl, 1977) en (Magurran, 1989).

El método del salto en el cálculo (Jack-Knifing) se corrió en el programa Biodiversity Professional Ver. 2 (McAleece, 1997). Magurran (1989) comentó que este método es la técnica preferida, especialmente cuando se sabe que las especies implicadas en el estudio tienen distribuciones de contagio. Los resultados con esta técnica señalan que en promedio tienen para Jack-knife de primer orden los 14.4 m para muestrear confiable.

El método Mancomunar de Pielou se corrió en el programa Bio-Dap (Thomas 2000). Según Magurran (1989), otra forma de resolver el problema, cuando se sabe que las especies tienen distribuciones de contagio, es utilizando el método del cuadrado mancomunar de Pielou el cual es un sistema muy útil para decidir el tamaño muestral apropiado. Al graficar, el punto en que la curva se aplana indica el tamaño muestral mínimo viable. Los resultados aplicando este método indican un valor promedio de 5.2 m para muestreo.

Al comparar los resultados de los métodos utilizados fue posible establecer el área mínima adecuada para una buena representación de la comunidad a partir de los cuales se pudieran hacer inferencias y generalizaciones. En ninguno de los métodos sobrepasó los 15 m², y para tener mayor seguridad en el muestreo y permitir un margen de sobreestimación se decidió rebasar el área a muestrear llevando esta hasta los 20 m².

# 2.2.2 Muestreo

El muestreo fue sistemático (Scheaffer et al., 1987), en cada estación de muestreo se seleccionó aleatoriamente el punto de partida donde se colocó el primer par de cuadrante, uno arriba y uno abajo, correspondientes a los niveles I y II; en cada

cuadro se contabilizaron las especies con sus abundancias relativas y estos se registraron en formatos de campo especialmente diseñados, terminado el conteo del primer par de cuadrante, se mueve sobre el transecto dejando dos metros libres para instalar el segundo par y así sucesivamente hasta completar el tamaño muestral (Figura 3). En cada cuadro muestreado se midió el ángulo de la pendiente utilizando un clinómetro ya que el relieve del terreno es variable de un punto a otro.

Se realizaron 45 muestras, estas fueron divididas en cinco visitas trimestrales a las nueve estaciones de muestreo en el período diciembre de 2000 a diciembre de 2001. Los muestreos fueron realizados coincidiendo con período de luna nueva, diurnos y en períodos de la marea más baja y realizados por el mismo equipo de personas.

Cuando la identificación de especies no fue posible *in situ* se colectaron especimenes para su posterior identificación en laboratorio, estos fueron fijados con formol al 10%. En el laboratorio los moluscos se reconocieron a nivel de especie, auxiliándose de las características conquiliológicas, para la identificación taxonómica utilizando literatura especializada como Keen (1971) y Morris, (1966). Se siguió el arreglo sistemático de Skoglund 1991, 1992.

Los datos se capturaron en hojas electrónicas para su uso en los programas: Análisis de comunidades ANACOM Ver. 3(de la Cruz 1993), BIO-DAP (Thomas, 2000), Biodiverity Professional Ver. 2 (McAleece, 1997), SPSS Ver. 10 y Microsoft Excel.

### 2.2.3 Tratamiento de los datos

Los listados sistemáticos se presentan de manera Global para el Estado de Guerrero, por región Geopolítica y por nivel mesolitoral.

Las medidas de diversidad que se utilizaron para analizar los resultados y hacer la descripción ecológica fueron los siguientes:

La riqueza específica constituye el número de especies presentes, sin tener en cuenta el valor de importancia de las mismas. Para conocer la existencia de diferencias significativas (con el 95% de confianza) entre los valores de riqueza y estaciones de muestreo, y entre los valores de riqueza y las fechas de colecta, se utilizó el análisis de varianza de una sola vía. Se comprobó la homogeneidad de varianzas con la Prueba de Levene. Para discriminar entre que estaciones de muestreo existieron diferencias significativas se realizó la prueba de comparación múltiple de medias de Scheffe (Ott. 1984).

La proporción de especies y la proporción de la abundancia relativa fue obtenida por Clase.

La frecuencia de aparición se determinó considerando el número total de muestreos que registraron a cada especie y expresándolo como el porcentaje del número total de muestreos.

$$F_a = \frac{Na}{Nt} * 100$$

Donde:

Fa es la frecuencia de ocurrencia para la especie a

Na es el número total de muestreos en los que estuvo presente la misma

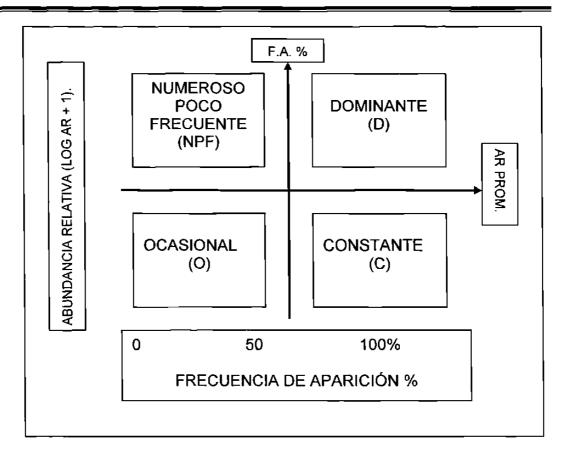


Figura 4. Gráfico teórico de la prueba de Olmsead-Tukey, donde se determinan las especies de acuerdo con sus valores de abundancia y frecuencias relativas (Sokal y Rolhf, 1969).

Los cálculos de diversidad de Dominancia Simple, del Índice Biológico de Sander's, los índices de Shannon-Wiener, de Dominancia (1 – J'), y el ajuste al modelo de distribución de la abundancia, se realizaron en el programa ANACOM (De la Cruz, 1993)

Índice del Valor Biológico de Sanders (Sanders, 1960) se utiliza para ordenar la importancia de las especies en la comunidad, y toma en consideración las medidas relativas a la densidad y la distribución espacial (o temporal) de las especies, con lo que se pondera la frecuencia con la que cada una de ellas ocupa una jerarquía de abundancia en el conjunto de estaciones de muestreo con la expresión:

IVBS = A% + F%

El rango de salida utilizado para todos los cálculos fue de cinco. Los cálculos del IVB se realizaron mediante el programa de cómputo ANACOM, Análisis de Comunidades (De la Cruz, 1993).

Al grupo de especies biológicamente importantes obtenido mediante el IVBS se les agrupó en gremios tróficos mediante literatura, formando tres grupos: 1) filtradores-detrítivoros, 2) carnívoros-carroñeros y 3) herbívoros. De estos, se obtuvieron las proporciones de los gremios, tanto para las estaciones de muestreo como para las regiones, el nivel mesolitoral y la época. En el cuerpo de la tesis se denominarán Filtradores, Herbívoros y Carnívoros.

La densidad se estableció en org./m². Es la medida más comúnmente utilizada de riqueza de especies y se calculó el total global para el Estado de Guerrero, por regiones geopolíticas, por nivel mesolitoral, por estación de muestreo y por fecha.

El análisis de dominancia proporciona diferentes criterios para evaluar y jerarquizar la importancia relativa de las especies en la estructura de la comunidad. El coeficiente de dominancia simple presenta la abundancia relativa de cada una de las especies, la especie dominante es la que tiene el mayor valor relativo de este índice. La estimación se basa en:

$$%N_i = (\frac{Ni}{Nt}) \times 100$$

56

Donde:

% N<sub>i</sub> = es el porcentaje de la abundancia de la especie i

 $N_i$  = es el número de individuos de la especie i

 $N_T$  = es el número total de individuos de todas las especies

La serie de números de Hill permite calcular el número efectivo de especies en una muestra, es decir, una medida del número de especies cuando cada especie es ponderada por su abundancia relativa. La familia de medidas de diversidad de Hill (1973) son un valioso método para enfocar los diferentes aspectos de la distribución de la abundancia de especies, haciendo énfasis sobre cualquiera de los dos aspectos: grado de dominancia o contribución de las especies raras (Magurran 1988). Y se utiliza la expresión:

$$NA = \sum (P_i)^{1/(1-A)}$$

Donde:

 $N_a$  = el a-ésimo "orden de diversidad.

 $P_n$  = es la abundancia proporcional de la especie n-ésima.

Los ordenes ( o números) de N frecuentemente utilizados son:

N0= número total de especies (S).

 $N1 = número de especies abundantes = e^{H'}$  (exponencial de Shannon).

N2= número de especies muy abundantes = 1/λ (recíproco de Simpson).

La diversidad fue determinada utilizando el índice de equidad de Hill, que considera los números de la serie de Hill (Hill, 1973), valores cercanos que se aproximan a cero representan mayor diversidad:

$$\mathbf{E}' = \frac{N2}{N1}$$

Donde:

N1 y N2 son los números de la serie de Hill (Hill, 1973)

Para obtener N1 de la serie de Hill se calcula el índice de Shannon Wiener, el cual se define como:

$$H' = -\sum p_i \log_2 p_i$$

Donde:

p<sub>i</sub> = es la proporción de la abundancia de la especie i.

La equidad fue evaluada utilizando el índice de Pielou (1969; 1975), y es la proporción de diversidad observada y la diversidad máxima esperada en la muestra; la ecuación se define como:

$$\mathbf{J'} = \frac{H'}{H \max} = \frac{H'}{\ln(S)}$$

Donde:

J'= índice de equidad

H'= diversidad de Shannon

S = número de especies

Para expresar la equidad en términos de dominancia se utilizó la expresión  $(1-J^{\prime})$ .

Para obtener N2 de la serie de Hill se calcula el índice de Simpson (1949), el cual considera el número de especies (S), el número total de individuos (N) y la proporción del total que ocurre en cada especie. El cual es expresado como:

$$D = \sum \frac{(ni(ni-1))}{(N(N-1))}$$

Donde:

 $n_i$  = número total de individuos en la especie i-ésima.

N = número total de individuos.

Para conocer la existencia de diferencias significativas (con el 95% de confianza) entre los valores obtenidos del indicie de diversidad de Hill y las estaciones de muestreo, y también entre las fechas se utilizó el análisis de varianza de una sola vía. Esta prueba también se uso para el conjunto de valores del índice de Shannon-Wiener. Después de haber comprobado la homogeneidad de varianzas con la prueba estadística de Levene, y para discriminar entre cuales estaciones de muestreo existieron diferencias significativas se realizó la prueba de comparación múltiple de medias de Scheffe (Ott 1984); cuando las varianzas no fueron homogéneas se utilizó la prueba no paramétrica de Dunnett (Steel y Torrie, 1988).

Para conocer la madurez de la comunidad se utilizan modelos basados en la observación de diferentes patrones en la distribución de la abundancia entre las especies de diversas comunidades, estos tienen la ventaja de que permiten describir todos los datos en la comunidad (Poole, 1974; Southwood, 1978). Para encontrar un modelo de la distribución de la abundancia en las muestras, se utilizaron las rutinas del programa Anacom (De la Cruz, 1993) que utiliza dos criterios no paramétricos de bondad de ajuste: x² (chi cuadrada) y Kolmogorov-Smirnoff (D(kol)).

Para conocer la similitud entre comunidades de estaciones de muestreo que presentan diferente exposición al oleaje y diferente perfil del sustrato, se utilizó las técnicas cualitativas de Sorenson y la cuantitativa de Morisita-Horn.

Se utilizó el índice de Sorenson cualitativo, que según Smith, 1986 citado por Magurran (1989), de todas las técnicas es el que dio mejores resultados y se expresa:

$$C_{s=}\frac{2j}{a+b}$$

Donde:

i = Número de especies halladas en ambas localidades.

a = número de especies en la localidad a.

b = número de especies en la localidad b.

Por lo que la máxima afinidad es uno y la mínima es cero. Esta rutina se corrió con el programa Bio-Dap (Thomas, 2000).

Se utilizó el índice cuantitativo de Morisita-Horn que según Wolda, 1981 citado por Magurran 1989 fue el más satisfactorio de todos los índices disponibles y se expresa mediante la fórmula:"

$$\mathbf{C}_{mH} = \frac{2\sum (an_ibn_i)}{(da+db)aNbN}$$

Donde:

aN = número total de individuos en la estación de muestreo A

ani = el número de individuos de la i-ésima especie en la localidad A.

 $bn_i$  = el número de individuos de la i-ésima especie en la localidad B.

$$da = \frac{\sum an_i^2}{aN^2}$$
 y  $db = \frac{\sum bn_i^2}{bN^2}$ .

Los resultados de los índices de similitud se corrieron en el programa Bio-dap (Thomas, 1998).

Para conocer la similitud de las comunidades, con base en las proporciones de la riqueza de especies por Clase y proporciones de los gremios tróficos de las especies seleccionadas en la comunidad con el Índice del Valor Biológico, se utilizó el Análisis Cluster jerárquico, utilizando promedios entre grupos y una medida de Proximidad con la Correlación de Pearson, para ello se utilizaron las rutinas del programa SPSS Ver. 10.0.

La estructura de las comunidades en las Costas del Estado de Guerrero están influenciadas por diversos factores de variación, por lo que se establecieron los criterios de clasificación siguientes:

- 1) Las regiones: Costa Chica, Acapulco y Costa Grande.
- La zona mesolitoral fue categorizada en dos niveles o estratos, uno llamado
   Nivel I (arriba) y otro llamado Nivel II (abajo).
- 3) Estacionalidad, se consideraron a tres épocas en el ciclo anual: a) Lluvias, b) Estiaje, y c) Lluvias escasas en diciembre. Las colectas de Junio y Septiembre corresponden a la época de lluvias, las colectas de Marzo a la época de estiaje y Diciembre 2000 y 2001 a la época de lluvias escasas.
- 4) Estaciones de muestreo Protegidas y Expuestas a la acción del oleaje, donde se consideran como:

Protegidas: a) Playa Palmitas en la Isla la Roqueta, b) Barra de Potosí Protegida y c) Playa Troncones.

Expuestas: a) Punta Maldonado, b) Las Peñitas, c) Playa Ventura, d) Roqueta Zoológico, e) Piedra Tlacoyunque y f) Barra Potosí Expuesta.

5) Pendiente del sustrato, con base en las mediciones efectuadas en los muestreos trimestrales durante diciembre 2000—diciembre 2001 se considera:a) Plano, cuando la inclinación es menor que 30°, a este grupo pertenecen Playa Punta Maldonado, Playa Barra de Potosí Protegido y Playa Troncones. b) Intermedio, cuando se encuentra entre el 31° y 60°, a este grupo pertenecen Playa Peñitas, Playa Zoológico, Playa Palmitas, Playa Tlacoyunque y Playa Barra de Potosí Expuesto y c) Vertical, cuando es mayor que 61° y aquí solo tenemos a Playa Ventura.