



# UNIVERSIDAD DEL MAR

LICENCIATURA EN BIOLOGIA MARINA

Comunidad de Equinodermos Asociados a  
la Zona Arrecifal Puerto Escondido  
Bahías de Huatulco, Oaxaca, México.

- T e s i s -

Que para Obtener el Título de  
***Biólogo Marino***

Presenta:

Francisco Benítez Villalobos

Puerto Angel, Oaxaca, México. 28 de Abril del 2000.

## INDICE



INDICE	I
DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTOS	III
RESUMEN	VI
INTRODUCCIÓN	1
ANTECEDENTES	6
OBJETIVO	8
ÁREA DE ESTUDIO	9
MATERIAL Y MÉTODOS	12
Trabajo de campo y laboratorio	12
Identificación taxonómica	13
Análisis de datos	14
RESULTADOS	19
Riqueza específica y taxonomía	19
Diversidad, dominancia y equitatividad	26
Comparación de comunidades	29
DISCUSIÓN	33
CONCLUSIONES	44
RECOMENDACIONES	46
LITERATURA CITADA	48
APÉNDICES	i
Apéndice 1. Tabla de presencia-ausencia	i
Apéndice 2. Lista sistemática	ii
Apéndice 3. Fotografías de los equinodermos estudiados en el presente trabajo	vi

Al ángel solitario que me enseñó a luchar  
en la vida y salir adelante teniendo como  
único recurso la voluntad: Mi madre

A mi padre que partió cuando aun podía enseñarme  
mucho y me dejó de herencia el aprecio  
por la lealtad y la honestidad

A quienes me apoyaron y alentaron como  
solo se hace con un hijo predilecto:  
Mis hermanas Tere y Lupe

Al ser que ha compartido conmigo desde hace seis  
años mi vida con todo lo que ello involucra y se  
convirtió en mi motor y fuente de inspiración:  
Julia

A quienes llegaron para llenar de luz mi pequeña  
familia: Mis sobrinos Dany, Hugo y el gordo

A quienes siempre han creído en mí

A quienes no creyeron que podía lograrlo

## AGRADECIMIENTOS

En esta sección acuden a mi mente muchas caras, nombres situaciones y lugares, en tal forma que hacen difícil ordenar todo este cúmulo de información, pensamientos y sentimientos y aun más difícil expresarlo y plasmarlo en un papel, así que como me es tan difícil ordenarlos, pues simplemente no lo haré y solo intentaré reflejar y expresar un poco de todo lo que siento en cada momento y con cada persona.

Agradezco a mi director, Gerardo Leyte, porque bajo su valiosa supervisión y dirección, fue posible que este trabajo saliera a la luz con orden y coherencia y siempre logró que las preguntas partieran de mí, y también las respuestas.

Agradezco a mis revisores y sinodales Andrés López Pérez y Juan Meraz Hernando, porque sus valiosos comentarios y correcciones me ayudaron a encaminar este trabajo hacia su estructura final, siempre bajo un enfoque estricto y científico, además de sus consejos de amigos.

Al proyecto de Invertebrados bentónicos de la Universidad del Mar, bajo la dirección de Silvia Ramírez Luna, porque colectaron las muestras con las que realicé esta tesis y me dieron el material necesario y útil para conocer un poco más este rincón del Pacífico.

A los doctores Cleveland Hickman de Sugar Spring Press y Gordon Hendler del museo de Historia natural de Los Angeles Cal., porque sin conocerme me brindaron todo su apoyo y asesoría y además, me enviaron información vital para la realización de mi trabajo.

Desde el comienzo del primer borrador del protocolo hasta su presentación final, siempre requerí de la ayuda de muchas personas, tanto en información como sugerencias, asesorías, material, elaboración de mapas e incluso apoyo monetario para poder continuar, por lo que agradezco a cada uno de ellos, que en su momento cada cual me apoyó con lo que tenía y podía y con lo que no. Menciono aquí a Leyte, Silvia, Andrés, Ajax, Ronsón, Julia, Javier, Gelina que tomó estupendas fotografías, Edgar de Promoción e imagen que las scaneó, Saul Serrano, Anita, Eduardo, Migue, Clau y muchos más que en este momento escapan a mi memoria.

Debo agradecer especialmente a mi madre, porque además de darme la vida, me educó como ella consideró mejor y hoy pienso que fue la mejor manera y me enseñó a luchar día con día para obtener lo que se desea, aunque a veces solo sea sobrevivir para luchar al día siguiente, también a mis hermanas porque fueron importantes en mi formación y en la culminación de mi carrera, porque me brindaron su ayuda tanto moral como económica cada vez que la necesité y siempre estuvieron a mi lado como una madre con su hijo.

Agradezco también de una manera especial a Julia, porque ha compartido mi vida desde hace seis años, me ha aceptado tal cual soy y ha sido muchas veces mi único punto de apoyo cuando intentaba levantar el vuelo solo con alas de sueños y mucho viento en contra, he aprendido con ella muchas cosas, como no creo que lo haría con nadie más y ha estado a mi lado en cada momento de mi formación profesional, aunque esos momentos en ocasiones no fueran agradables.

A mi otra familia, porque no tuvieron más remedio que aceptarme y apoyarme como a un miembro más y su ayuda fue valiosa, gracias a doña Vicky, Caro, Ana, Alex, Julio y Fabi.

Tal parece que las personas importantes en mi vida y mi formación llegaron por parejas, por lo que agradezco la presencia y ayuda de Norma y Leyte, Cristina y Gerardo, Silvia y Juan Gabriel, Javier y Gelina, Rosario y Mario, Lupis y Ronsón, Edith y Cristian, Silvia y Ray, Ana Johanson y Balbino, doña Rosa y el Inge Omar.

A mis compañeros de la carrera, los que la terminamos y los que se quedaron en el camino, porque emprendimos hace seis años una aventura larga y difícil, unidos por nuestras diferencias y el amor a la carrera. Al final solo quedamos los recuerdos y los necios: Virgilio, Erika, Susana, Edgar, Julia, Gil, *Sofía, Patilú y Dey.*

A Alejandro Estrada, porque fue quien me puso en contacto con los equinodermos y desde ese día fueron el objeto que más acaparó mi atención y esfuerzo en mi formación de Biólogo.

Por último agradezco a la entidad regidora del universo que los chinos llaman el Tao en su compendio general, los científicos llamamos energía y los creyentes llamamos Dios, porque me permitió elegir este camino, conocer esta parte del océano, trabajar con estos organismos y al lado de estas personas y me dio la fuerza para no pedirle ayuda sino valor para salir adelante.

## RESUMEN

Entre los habitantes más característicos de las comunidades arrecifales se encuentran los equinodermos, siendo muy diversos los nichos que ocupan, además de aparecer en asociaciones más o menos bien definidas, las cuales se pueden caracterizar en relación a sus especies más abundantes. En el presente trabajo se pretende caracterizar a la comunidad de equinodermos del área de estudio que se encuentra ubicada en la zona Puerto Escondido - Bahías de Huatulco, Oaxaca. Se colectaron organismos en 6 comunidades arrecifales: Puerto Angelito, Puerto Angel, La Mina, Chachacual, La Entrega y Casa Mixteca. Los objetivos fueron elaborar un listado sistemático de las especies pertenecientes al Phylum Echinodermata, determinar la riqueza específica, diversidad, dominancia y equitatividad en cada localidad y realizar una comparación entre ellas. El muestreo se realizó de abril de 1994 a abril de 1995 con una periodicidad bimestral. Se extrajeron en cada localidad 4 bloques de coral delimitados por cuadrantes de  $0.25 \text{ m}^2$ , colocados sobre el arrecife. Para la caracterización de la comunidad se utilizaron los índices de diversidad de Simpson ( $D_s$ ) y Shannon ( $H'$ ); dominancia de Simpson ( $I$ ) y Pielou ( $D_p$ ); equitatividad de Pielou ( $J'$ ) y Heip ( $H_p$ ) y se compararon las comunidades mediante los índices de Morisita ( $IM$ ) y Jaccard ( $C_j$ ). Se registraron 1238 organismos ubicados en 4 clases, 8 órdenes, 13 familias, 13 géneros y 25 especies. Las clases Ophiuroidea y Holothuroidea predominaron en número de organismos seguidas en orden descendente por las clases Echinoidea y Asteroidea. Las especies más abundantes fueron *Holothuria impatiens* (34.14 % del total de organismos), *Ophiactis savignyi* (12.75 %), *Ophiocoma alexandri* (10.9 %) y *Ophiothrix spiculata* (9.6 %), mientras que las menos abundantes fueron *Asterina sp*, *Amphicondrius unamexici*, *Echinometra vanbrunti*, *Holothuria kefersteini*, *H. difficilis*, *H. thelii*, *Neothyone gibber* y *Ophioderma teres* (0.0008 % cada una). Casa Mixteca fue la comunidad con mayor diversidad ( $D_s=5.68$ ) coincidiendo con los valores más altos de equitatividad ( $J'=0.86$  y  $H_p= 0.703$ ) y la menor dominancia ( $I =0.176$  y  $D_p=0.14$ ), Puerto Angel fue la menos diversa ( $D_s= 2.266$ ), coincidiendo con los valores más bajos de equitatividad ( $J' = 0.521$  y  $H_p=0.248$ ) y la dominancia más marcada ( $I = 0.441$  y  $D_p=0.479$ ). Adicionalmente, en el presente trabajo se observó que las comunidades con mayor incidencia de actividad humana (La Entrega y Puerto Angel) fueron las que tuvieron la menor diversidad, por lo tanto, se recomienda realizar trabajos de caracterización de las comunidades en otros grupos taxonómicos para ver si presentan el mismo comportamiento y de ser así, establecer planes de manejo que garanticen el menor daño sobre la comunidad arrecifal, dada su gran importancia tanto ecológica como económica.

## INTRODUCCIÓN

Los arrecifes de coral son estructuras calcáreas tropicales, generalmente de aguas someras, sin embargo con aguas muy transparentes pueden desarrollarse hasta una profundidad de 90 m. Dichas estructuras están constituidas por millones de pólipos que, al ir construyendo individualmente un esqueleto calcáreo, forman una enorme colonia que conforme se va acumulando a lo largo de los años, da forma al arrecife (Rupert y Barnes, 1996). De todos los organismos que secretan carbonato de calcio y que contribuyen a la formación de los arrecifes actualmente, los corales escleractínios son los más importantes (Goureau, 1959).

La diferencia entre los pólipos formadores de arrecifes o hermatípicos y aquello que los separa de los que no lo hacen o ahermatípicos, es la presencia en su tejido gastrodérmico de algas unicelulares pertenecientes a la división Phyrophyta (dinoflagelados) conocidas comúnmente como zooxantelas, las cuales se encuentran en todo el tejido del coral; dándole la coloración café, verde o en ocasiones azulosa, que caracteriza a cada colonia de pólipos (Goureau, 1959).

Generalmente los corales que forman arrecifes necesitan aguas que mantengan temperaturas alrededor de los 20 a 25 °C durante todo el año y altas cantidades de luz, debido a que las zooxantelas responsables de acelerar la deposición de carbonato de calcio realizada por los pólipos, necesitan una penetración de luz intensa que les permita fotosintetizar los productos, principalmente carbohidratos útiles para la formación del esqueleto calcáreo y



oxígeno, que son intercambiados con los pólipos por sus residuos fosforados y nitrogenados, los cuales son utilizados por las microalgas para la fotosíntesis (Holliday, 1989). Adicionalmente, los corales necesitan corrientes u oleaje con suficiente energía para eliminar sedimentos que puedan depositarse sobre él y tener un flujo constante de zooplancton para la alimentación de los pólipos (Holliday, 1989).

Las aguas que cubren a las comunidades arrecifales son de muy baja productividad. Sin embargo, la gran cantidad de macroalgas, algas calcáreas, incrustantes, filamentosas y también las zooxantelas, presentes no solo en los pólipos sino también en anémonas coloniales, ciertas ascidias y bivalvos, son la base de varias redes tróficas y constituyen una fuente de energía muy importante (Barnes y Hughes, 1995). Por lo tanto, la función de las comunidades arrecifales implica un mantenimiento de la interacción entre las zonas costeras y las oceánicas, proporcionando refugio, crecimiento, alimentación y reproducción a numerosas especies que habitan estos sistemas (Nybakken, 1993).

La topografía irregular del sustrato que constituye el esqueleto de los pólipos, provee de cavidades y canales que son utilizados principalmente por organismos en estadio larvario o juvenil, lo cual hace que la comunidad arrecifal se caracterice por una gran diversidad de especies, ya que sobre la superficie y en los intersticios vive una rica fauna de esponjas, tunicados, briozoarios, crustáceos, moluscos, gusanos, peces y equinodermos (Rupert y Barnes, 1996).

Al existir una gran diversidad de organismos en la comunidad arrecifal, los cambios físicos o fisiológicos operados en el coral tanto en espacio como en

tiempo están íntimamente relacionados con la variación tanto de las especies que ocupan su superficie y se mueven en ella como las de la criptofauna (especies que viven confinadas en los intersticios). De esta forma, los cambios en la abundancia de dichas especies asociadas al coral pueden tener efectos a gran escala en la estructura de la comunidad arrecifal (Jangoux y Lawrence, 1989).

Entre los habitantes más característicos de la comunidad arrecifal, que además poseen una representación alta tanto en diversidad como en biomasa, se encuentran los equinodermos (Jangoux y Lawrence, 1989), quienes pueden tener efectos importantes en la estructura y función de la comunidad, tanto para los corales como para los demás organismos, además de extender su influencia a varios niveles tróficos, ya que en este Phylum se encuentran organismos que realizan diversas funciones. Así por ejemplo, algunos asteroideos y equinoideos son predadores activos (Cintra, 1997), mientras que otros equinoideos son importantes bioerosionadores del arrecife (Guzmán, 1988; Mokady *et al*, 1996), al mismo tiempo, las cavidades producidas por los mismos sirven de refugio para otras especies (Schoppe y Werding, 1996), mientras que los holoturoideos son procesadores del sedimento, enriqueciéndolo con el paso a través de su tracto digestivo, formando con esto una fuente importante de nutrientes para una trama trófica alternativa (Pawson, 1982; Pérez, 1985; Conde, 1997).

Por lo anterior, son diversos los nichos que ocupan dentro de las comunidades arrecifales, además de aparecer en asociaciones más o menos bien definidas, las cuales son propensas a la identificación y caracterización en relación a sus especies más abundantes (Caso *et al*, 1993).

En general, los equinodermos integran una porción considerable de la criptofauna, la cual es importante porque utiliza las grandes cantidades de mucus producidas por los pólipos y reciclan el material orgánico y los nutrientes atrapados en los intersticios de la estructura arrecifal evitando una pérdida de los mismos y maximizando los recursos utilizados por la comunidad arrecifal, además, constituyen una fuente importante de alimento para algunos carnívoros (Nybakken, 1993).

Dado el papel fundamental que desempeñan los equinodermos en la comunidad arrecifal, es importante conocer su diversidad e interacciones ecológicas, debido a que la existencia de este grupo de especies afecta directa e indirectamente a los corales. Por lo tanto, el presente trabajo es importante porque pretende conocer la estructura de la comunidad de equinodermos en su totalidad, incluyendo tanto a la epifauna, como a la criptofauna. De esta forma se logrará obtener una base de conocimientos sólida, la cual es útil porque establece antecedentes que adquieren importancia desde el punto de vista de que esta zona del Pacífico Mexicano presenta características que no son muy propicias para el establecimiento de comunidades coralinas de importancia, además de que constantemente está sujeta a disturbios naturales que han obligado a que la distribución de dichas comunidades no sea continua (Reyes-Bonilla, 1993). Adicionalmente, es importante establecer las relaciones del coral y sus especies asociadas, sobre todo en las Bahías de Huatulco, donde los asentamientos humanos y la industria turística han modificado las condiciones

ambientales de la zona costera afectando principalmente a las comunidades bentónicas y arrecifales.