



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



IZTACALA

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES

IZTACALA

SIMBIOSIS DE CRUSTÁCEOS EN ARRECIFES DE CORAL

TESINA

PARA OBTENER EL TÍTULO DE

BIÓLOGO

Presenta

DANIEL SANTOS GÓMEZ MARTÍNEZ

Director de Tesina: Dr. Sergio Cházaro Olvera

Tlanepantla, Estado de México

Abril, 2008



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

DEDICADA.

**A todos aquellos que pensaron que nunca lo
iba a lograr, nadie nos quería, nadie nos creía
(Malqueridos, 2003)**

AGRADECIMIENTOS.

A mi Má y mi Pá, por que me soportaron todos mis desmanes como estudiante (y los que aun hago jejejeje) y que gracias a sus esfuerzos y sacrificios me pudieron apoyar para mi formación universitaria, sin que dejaran de creer en mí (aunque a veces dudaban, jajajaja). A mis hermanos Joss, Moni, Clau, Gil, Homero y Pancho (aunque no es de la familia, pero como si lo fueras Ca) que siempre están conmigo y me brindan su apoyo, mis sobrinos(as), por que nunca dejaron de creer en mi.

A la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), por que dentro de su sistema educativo e instalaciones, me forme como Preparatoriano y Universitario, además de que descubrí, aprendí tantas cosas y que conocí a tantos amigos que aun perduran.

Para los profesores de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala, por que gracias a su apoyo y conocimientos, me logre formar como Biólogo. En especial a los Biólogos, José Luís Tello Musi y Felipe de Jesús Cruz López, que me brindaron su apoyo y amistad durante mi primer intento de Tesis (lamento haberles fallado en aquel entonces).

Al Biólogo Heriberto Soto Toral, por haberme dado la oportunidad y compartido sus conocimientos, vivencias y por la paciencia tenida al momento del servicio social (eres el ojete más buena onda que conozco y eres buen amigo, aunque seas del Poli, jejejejeje)

A mi asesor de Tesina, el Dr. Sergio Cházaro Olvera, por su paciencia, apoyo y atención prestada.

Al Drink Team, Rebeca, Cexi, Taña, Andrea y Alya por su amistad, los momentos compartidos durante las salidas a campo, tantas horas de canto y sus comentarios motivantes (Haber cuando te Titulas Ca...).

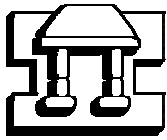
Para los "Caber" Hontas, Rulo, Wanda, Mao, la Mai, Irving, Jennie, Richie, Chuleta, checo y demás banda que compartieron grandes pato aventuras conmigo durante la carrera y después de ella, con el grito de batalla "Pon tus \$10 y chupale .uto".

El club de Bobby, Toño, Balfre, cheche, Alan, Lalo y Alina por que compartimos la amistad y tantas cosas durante toda la carrera y aun la historia se continua escribiendo (a pausas pero ahí va), por cierto Balfre y Alina me deben un barril de chela jejejejeje.

Para los compañeros del trabajo El Yurinflais, Mundo inmundo, La Gorda, El Beto Zambrano, La Jefa Vero, La Doc, San Hugo, El Apo, El Tata, El Ray, La Señorita Sol y la Chiquipunky que me han ayudado en muchas ocasiones y siempre me animaron a cerrar este ciclo (No masques mi'jo cuando te vas a titular, que no piensas titularte güey, haber cuando ese titulo ca...ray como me motivaban)

INDICE

- I. INTRODUCCIÓN**
 - II. BIODIVERSIDAD**
 - III. ARRECIFES**
 - IV. SIMBIOSIS EN CRUSTÁCEOS**
 - V. CONSIDERACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL HOSPEDERO**
 - VI. GÉNERO PETROLISTHES**
 - VII. GÉNERO ALPHEUS**
 - VIII. CONCLUSIÓN**
 - IX. BIBLIOGRAFÍA**
-

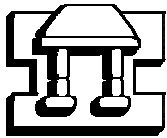


I. INTRODUCCIÓN

En diferentes ocasiones se han manifestado, la gran diversidad que se presenta en los arrecifes de coral y las relaciones inter e intra específicas que suceden dentro de estos; pero generalmente, cuando se trata de resaltar relaciones simbióticas, solo se mencionan o divulgan los ejemplos de siempre, el caso del pólipo del coral con la alga zooxanthela, aunque esta relación es muy importante, ya que a través de cientos de años, el esqueleto del coral a logrado modificar el entorno donde crece y se vuelve hogar de una gran variedad de organismos, también hay grupos taxonómicos que mantienen relaciones simbióticas entre si y que pueden jugar un papel muy importante dentro del arrecife, ya que pueden resultar benéficas o dañinas para este.

Uno de estos taxos es el caso de los crustáceos, que dentro de los arrecifes de coral, son importantes, ya que mantienen en constante flujo energético la materia, ya que aprovechan el detritus y el bentos, de manera directa o por medio de relaciones simbióticas con equinodermos, esponjas, los mismos corales, peces gobidos e inclusive otros crustáceos, pero solo algunas de estas relaciones son conocidas (camarón pistola-gobidos).

Es por estas razones, que en el presente trabajo, se hace una relatoría breve de trabajos recientes, en cuanto a las relaciones simbióticas que llegan a presentar, los crustáceos dentro de los arrecifes.



II. BIODIVERSIDAD

De manera general, la biodiversidad es toda la variedad de la vida en la Tierra y puede abordarse de tres maneras: como **variedad de ecosistemas** que es la variedad de comunidades de organismos que existen en determinadas regiones; incluye la variedad de hábitats, de especies que los componen y de procesos ecológicos que ocurren; como **variedad de especies**, que es el número de especies diferentes que hay en una área geográfica y como **variedad de genes** que son las diferentes versiones de los genes (unidades de herencia) contenidos en los individuos de todas las especies del planeta. Estas diferencias, que son heredables, constituyen la materia prima a partir de la cual ha evolucionado la variada complejidad de los seres vivos a lo largo de millones de años.

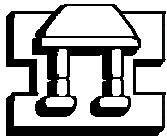
La distribución de la diversidad biológica actual es el resultado de los procesos evolutivos, biogeográficos y ecológicos a lo largo del tiempo desde la aparición de la vida en la tierra. Su existencia, conservación y evolución depende de los factores ambientales que la hacen posible.

Uno de los lugares del planeta donde se presenta la mayor biodiversidad, es el mar, ya que desde un principio en él se originó la vida y es depositario de una enorme y poco conocida diversidad de regiones, ecosistemas, plantas, animales microorganismos, genes y moléculas orgánicas. El mar, en apariencia puede parecer homogéneo, pero que en realidad es muy heterogéneo, ya que de los polos al trópico y entre los diferentes océanos, se presenta una gama de ecosistemas, comunidades y de seres vivos, que demuestran la gran variedad posible, por ejemplo los manglares y arrecifes coralinos, las profundidades abisales, los sistemas pelágicos de mar abierto o quimiosintéticos en las fisuras submarinas de la corteza terrestre.

Debido a que el mar presenta varios tipos de ecosistemas, no existe un criterio único para su clasificación, los ecosistemas en el mar, suelen identificarse mezclando atributos relacionados con las zonas de vida (ej. ecosistemas bénticos, pelágicos, etc.), con los biotopos (ecosistemas de fondos y litorales arenosos, rocosos, etc.) y/o con la biocenosis características (ecosistemas de arrecifes de coral, de manglares, etc.), en base a los criterios funcionales, también puede clasificárselos según su fuente de energía metabólica: el fitoplancton, microalgas, aportes exógenos, etc. (Mann, 1989); esta categoría incluye los únicos ecosistemas quimiosintéticos conocidos.

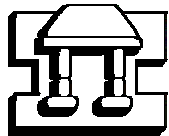
En cuanto a grupos taxonómicos: esponjas, celenterados, algas, equinodermos, peces, desafían a la riqueza terrestre, basada en fanerógamas e insectos.

Lo referente a la biodiversidad de la biocenosis, el mar presenta una serie de regularidades interesantes; por ejemplo, como sucede en los continentes, tiende a aumentar de los polos hacia el ecuador favorecida por la mejor oferta ambiental en los trópicos, no sólo actual, sino a lo largo de la historia del planeta; gradientes semejantes ocurren en el sentido de los meridianos en el Pacífico. También sucede que en los sistemas desarrollados en condiciones de oligotrofia, como los arrecifes de coral,



tienden a presentar mayor diversidad, relacionada con la ausencia de factores regresivos de la sucesión como las fertilizaciones y otras perturbaciones a las cuales están sometidos muchos sistemas acuáticos.

Debido a su diversidad, el mar es fuente de recursos y bienestar social, ya que son innumerables los bienes y servicios que se obtienen de él, entre ellos: alimentos, materias primas y recreación, ligados con su riqueza biológica (Márquez, 1996).



III. ARRECIFES DE CORAL

Los ecosistemas coralinos en especial los arrecifes son la expresión más avanzada de la evolución ecosistémica marina. Las formaciones coralinas resultan de un proceso de transformación del medio marino por los corales y las algas.

Los arrecifes de coral representan uno de los ecosistemas más productivos del planeta y también uno de los más complejos, ya que las formaciones coralinas pueden contener, en menos del 1% de la superficie del planeta, tienen hasta un 5% de la biodiversidad específica total.

Las especies básicas de estas biocenosis son los corales, que son organismos simbiotes, es decir, se trata de la asociación de un animal, el coral propiamente dicho, y una microalga llamada zooxantela, aunque también existen otros corales que no necesitan de zooxantelas y por eso se llaman azooxantelados y son los que viven en aguas más frías y profundas (CICESE, 2008).

El arrecife coralino se va estructurando poco a poco, iniciando su construcción cuando una larva microscópica, llamada plánula, se fija en un soporte rocoso, sobre el que se desarrolla el pequeño pólipo, el cual se reproduce asexualmente constituyendo yemas que originan nuevos pólipos y así la colonia crece rápidamente; los pólipos secretan su exoesqueleto formando una estructura calcárea, que es diferente en forma y tamaño en cada especie. El sistema que forman acumula, a lo largo de siglos, nutrientes y estructuras de carbonato de calcio de sus esqueletos, hasta cambiar la topografía marina y acumular recursos vitales.

Los arrecifes coralinos sólo se encuentran en ciertos mares tropicales, con temperatura superior a 20 grados centígrados, salinidad marina promedio (36%) estable, pocos sedimentos, alta luminosidad, aguas oligotróficas, corrientes y oleajes fuertes. Estos tienden a adquirir formas y estructuras características debido a la acción continua del oleaje sobre ellos; el movimiento del mar estimula el crecimiento de los corales y de las algas incrustantes, lo que hace que el arrecife tome el aspecto de grandes pilares y murallas verticales.

Existen muchos tipos de arrecifes, como los "arrecifes en flecos", las "plataformas coralinas", los "arrecifes en cresta", los "arrecifes circulares"; sin embargo, clásicamente suelen distinguirse tres tipos de arrecifes coralinos: los de barrera, los costeros, los de plataforma (Figura III.1) y los atolones, aunque algunos autores también contemplan los parches o bancos de coral. En ocasiones, como sucede en las costas de Florida, las madréporas constituyen arrecifes lineales o litorales que prolongan la línea de costa a modo de una extensa plataforma que bordea el litoral como una dilatada franja formada por áspero ramaje, que hace de estos parajes un serio peligro para la navegación.

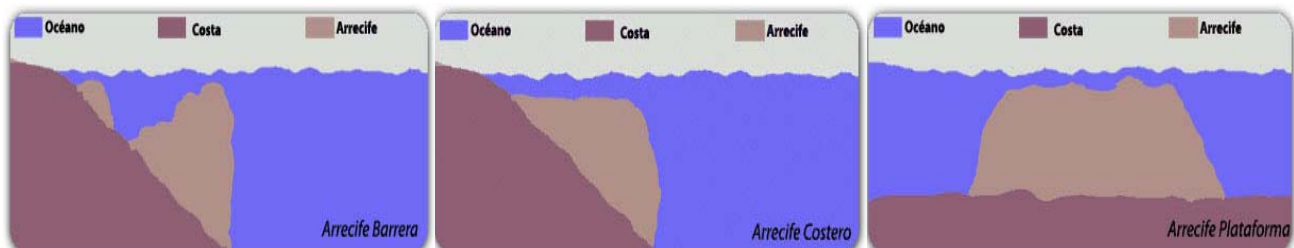
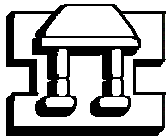


Figura III.1 Algunos de los tipos de arrecifes



Todas estas variantes se encuentran en el caribe, las comunidades y arrecifes costeros predominan en los litorales continentales e insulares en todo el caribe. En las costas de Latinoamérica, el de mayor desarrollo es el arrecife de barrera que sólo se encuentra de Bélize-México y en las costas de Colombia, se constituyen los únicos atolones bien estructurados del caribe.

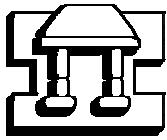
También en la estructura de los arrecifes intervienen las algas coralinas, que pertenecen al grupo de las rodófitas o algas rojas, y cuyos tejidos están fuertemente calcificados formando costras de color rojo sobre los corales, a los cuales protegen de la acción nociva de las olas. Estas algas son muy resistentes y pueden seguir vivas a pesar de quedar expuestas durante la bajamar a la luz directa y el calor del Sol. Entre los principales géneros se encuentran *Lithothamnium*, que es la más abundante en las costas de mares tropicales, además de *Melobesia*, *Porolithon* y *Corallina*.

Los arrecifes son un recurso valioso con beneficios inestimables, puesto que no sólo dan lugar al más rico ecosistema marino, debido a que muchos de los organismos que se encuentran ahí, son fuente de alimento de otros organismos superiores, formando unas redes alimentarias importantes, además que también ayudan a formar, gracias a su actividad, tierras emergidas donde puede asentarse una población vegetal y animal estrictamente terrestre. Por otra parte, muchos países dependen de ellos para sostener su industria pesquera y su alimentación, ya que sirven de hábitat para muchas especies marinas de consumo humano con gran importancia económica, por ejemplo, la producción aprovechable de peces en áreas coralinas alcanza hasta 20 toneladas por Km² al año.

En la actualidad el hombre también obtiene otros beneficios de los arrecifes; ya que proveen de protección a las costas contra la erosión y los embates de las olas, además de los benignos climas y de la belleza de los paisajes en los mares tropicales coralinos, estos recursos proveen de ingresos económicos a las poblaciones humanas cercanas, ya que por los fragmentos rotos, acumulaciones de sedimentos y arenas calcáreas que se origina de los corales, así como esqueletos calcáreos de otros organismos, proveen a las costas con las arenas blancas de la playas y estas a su vez, son fuente de recreación y estimulan el turismo, atrayendo millones de buceadores y visitantes por su diversidad, belleza y colorido.

Lamentablemente como sucede con otros recursos, estos sufren daños por la sobreexplotación, así como de la extracción de corales por turistas, buceo poco cuidadoso, daños por motores fuera de borda, sedimentos por erosión terrestre, por obras costeras o aportadas por ríos, debido a esto, según Rogers (1985) el 85% de las áreas arrecifales del caribe, presenta algún grado de deterioro.

Aunque de manera natural, un gran número de animales y vegetales residentes en el arrecife coralino ejercen una acción destructiva, como las bacterias, hongos y algas, erizos, estrellas de mar, bivalvos perforadores, gusanos poliquetos y esponjas, a cuya tarea demoledora hay que sumar la de los peces, algunos de los cuales se alimentan del pólipo o de ramas enteras de corales que trituran para aprovechar su porción orgánica. Todos ellos perforan al coral, en todos los sentidos, preparando de esta manera la acción erosiva del mar.



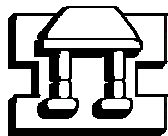
Además de las situaciones anteriores, la fragilidad de este ecosistema se debe a las tasas de renovación bajas e incompatibles con la extracción y presión a la que se le somete a este sistema.

Entonces, podemos decir que los arrecifes de coral son los sistemas complejos y diversos del medio marino. En ellos coexisten miles de especies que representan, prácticamente, todos los grupos de organismos marinos existentes. Incluyen, entre otros, a organismo como:

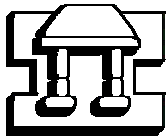
- esponjas
- corales
- poliquetos
- moluscos
- crustáceos
- equinodermos
- peces

Diversos organismos contribuyen, mediante secreciones de carbonato de calcio, a la formación de arrecifes coralinos. De todos ellos, los corales constituyen el grupo más importante, no sólo por ser la principal fuente de carbonato de calcio si no por sus demandas fisiológicas, que son las que determinan los límites de distribución de los arrecifes. Algunas especies de corales reportadas por Beltrán-Torres y Carricart-Ganivet (1999) para México son:

Phylum Cnidaria Classis Hydrozoa Ordo Milleporina Familia Milleporidae
<i>Millepora alcicornis</i> Linnaeus, 1758 <i>Millepora complanata</i> Lamarck, 1816 <i>Millepora squarrosa</i> Lamarck, 1816
Classis Anthozoa Subclassis Zoantharia Ordo Scleractinia Subordo Archaeoeniina Familia Astrocoeniidae <i>Stephanocoenia intersepta</i> (Esper, 1795)
Familia Pocilloporidae <i>Madracis decactis</i> (Lyman, 1859) <i>Madracis mirabilis</i> (Duchassaing & Michelotti, 1860)
Familia Acroporidae <i>Acropora cervicornis</i> (Lamarck, 1816) <i>Acropora palmata</i> (Lamarck, 1816) <i>Acropora prolifera</i> (Lamarck, 1816)
Subordo Poritiina Familia Poritidae <i>Porites astreoides</i> Lamarck, 1816 <i>Porites branneri</i> Rathbun, 1888



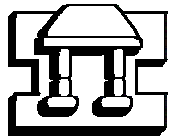
<p><i>Porites colonensis</i> Zlatarski, 1990 <i>Porites divaricata</i> Lesueur, 1821 <i>Porites furcata</i> Lamarck, 1816 <i>Porites porites</i> (Pallas, 1766)</p>
<p>Subordo Fungiina Familia Siderastreidae <i>Siderastrea radians</i> (Pallas, 1766) <i>Siderastrea siderea</i> (Ellis & Solander, 1786)</p>
<p>Familia Agariciidae <i>Agaricia agaricites</i> (Linnaeus, 1758) <i>Agaricia fragilis</i> (Dana, 1848) <i>Agaricia lamarcki</i> (Milne Edwards & Haime, 1851) <i>Agaricia tenuifolia</i> Dana, 1848 <i>Agaricia undata</i> (Ellis & Solander, 1786) <i>Leptoseris cucullata</i> (Ellis & Solander, 1786)</p>
<p>Subordo Meandriina Familia Oculinidae <i>Oculina diffusa</i> Lamarck, 1816 <i>Oculina valenciennesi</i> Milne Edwards & Haime, 1848</p>
<p>Familia Meandrinidae <i>Meandrina meandrites</i> (Linnaeus, 1758) <i>Dichocoenia stokesi</i> Milne Edwards & Haime, 1848 <i>Dendrogyra cylindrus</i> Ehrenberg, 1834</p>
<p>Subordo Faviina Familia Mussidae <i>Scolymia cubensis</i> (Milne Edwards & Haime, 1849a) <i>Scolymia lacera</i> (Pallas, 1766) <i>Mussa angulosa</i> (Pallas, 1766) <i>Isophyllia multiflora</i> Verrill, 1902 <i>Isophyllia sinuosa</i> (Ellis & Solander, 1786) <i>Isophyllastrea rigida</i> (Dana, 1848) <i>Mycetophyllia aliciae</i> Wells, 1973 <i>Mycetophyllia danaana</i> Milne Edwards & Haime, 1849 <i>Mycetophyllia ferox</i> Wells, 1973 <i>Mycetophyllia lamarckiana</i> Milne Edwards & Haime, 1848 <i>Mycetophyllia reís</i> Wells, 1973</p>
<p>Familia Faviidae <i>Manicina areolata</i> (Linnaeus, 1758) <i>Favia conferta</i> Verrill, 1868 <i>Favia fragum</i> (Esper, 1797) <i>Favia gravida</i> Verrill, 1868 <i>Colpophyllia breviserialis</i> Milne Edwards & Haime, 1849 <i>Colpophyllia natans</i> (Houttuyn, 1772) <i>Diploria clivosa</i> (Ellis & Solander, 1786) <i>Diploria labyrinthiformis</i> (Linnaeus, 1758)</p>



IZTACALA

Diploria strigosa (Ellis & Solander, 1786)
Montastraea annularis (Ellis & Solander, 1786)
Montastraea cavernosa (Linnaeus, 1767)
Montastraea faveolata (Ellis & Solander, 1786)
Montastraea franksi (Gregory, 1895)
Cladocora arbuscula (Lesueur, 1821)
Solenastrea bournoni Milne Edwards & Haime, 1849
Solenastrea hyades (Dana, 1846)

Subordo Caryophyllina
Familia Caryophylliidae
Eusmilia fastigiata Gray, 1847



IV. SIMBIOSIS CON CRUSTÁCEOS

El concepto de simbiosis (o simbiotismo) fue establecido por el botánico De Bary en *Die Erscheinungen der Symbiose* (Estrasburgo 1889) para designar relaciones mutuas de dos seres de distinta especie con beneficio mutuo, cuyas relaciones llegan a ser de tal naturaleza que de hecho los simbioses no pueden vivir separados e incluso su reunión da lugar a un ser doble, que constituye una nueva unidad, tanto fisiológica como anatómicamente.

El concepto de simbiosis (etimológicamente «vida en común») se puede aplicar en sentido amplio como una relación o comunicación entre individuos de especie diferente, es decir, como un proceso de naturaleza interespecifica. Desde el punto de vista fisiológico, según el grado de perjuicio y beneficio relativos, así como según lo estrecho, permanente e imprescindible de la relación simbiótica se han definido varios tipos de simbiosis:

Mutualismo: Tipo especial de simbiosis en el que los dos simbioses salen beneficiados de forma permanente (+) (+).

Comensalismo: Un organismo gana (+) y el otro ni gana ni pierde (0); el huésped es el comensal y el hospedero es el que no resulta afectado.

Inquilinismo: Consiste en que un simbiote (huésped) vive en el interior del otro (hospedero), sin nutrirse verdaderamente de él pero encontrando en él, o en sus obras, abrigo o soporte (+) (0).

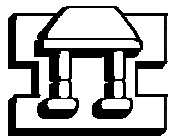
Foresis: Es el Tipo de comensalismo que implica el transporte del simbiote por parte de otro organismo o parte de él, de mayor tamaño y de especie diferente (+) (0)

Parasitismo: Es una relación obligatoria y permanente donde el parásito (+) y el hospedero pierde (-). La relación mantiene al hospedero permanentemente debilitado, pero nunca muere.

Algunos ejemplos de simbiosis pueden ser el caso de un alga y un hongo para constituir un liquen, el de las micorrizas -hongos relacionados con raíces de árboles, en los ambientes acuícolas, las algas endosimbióticas zooxantelas y zooclorrelas de invertebrados marinos y dulceacuícolas, en la mayoría de los casos la simbiosis es necesaria para una y otra de las especies asociadas que, al menos en condiciones naturales, no pueden vivir separadas.

De las formas de simbiosis que se mencionaron, es el comensalismo el que nos interesa tratar un poco mas a fondo, ya que este tipo es uno de los principales tipos de simbiosis que se presentan entre los organismo que integran los arrecifes de coral y algunos géneros de crustáceos, ya que estos organismos aprovechan el sobrante de la comida del hospedador, así como las mudas, descamaciones, excrementos, secreciones, o en ocasiones algunos animales se ven obligados a compartir su comida o sus provisiones con los comensales. Por ejemplo, en las cavidades de las esponjas se instalan pequeños crustáceos.

Este último caso es común en diferentes zonas, ya que como explica Armin Rose del *Senckenberg Research Institute* (Alemania): "Numerosos pequeños organismos



aprovechan las cavidades de las esponjas”, explica. “Al diseccionar estos animales filtradores, hemos encontrado varias especies de copépodos, un grupo muy diversificado de minúsculos crustáceos, algunos viviendo en simbiosis con las esponjas”.

Dentro de los géneros que se encuentran formando estas asociaciones, están: *Allopetrolisthes*, *Liopetrolisthes*, *Petrolisthes* y *Synalpheus*.

También Bezerra y Coelho (2006) reportan algunas especies de Crustáceos comensales de esponjas en el “Parque Estadual Marinho Pedra da Risca do Meio” Fortaleza, Ceará, Brasil (Tabla IV.1).

Tabla IV.1. Especies de crustaceos asociadas con esponjas

Família	Espécie	Esponja
Palaemonidae	<i>Periclimenaeus bermudensis</i> (Armstrong, 1940)	<i>Aplysina fistularis</i> (Pallas, 1766)
Alpheidae	<i>Synalpheus brevicarpus</i> (Herrick, 1891)*	<i>Ircinia felix</i> (Duchassaing & Michelotti, 1864)
	<i>Synalpheus filidigitus</i> Armstrong, 1949	<i>Aiolochoira crassa</i> (Hyatt, 1875)
	<i>Synalpheus hemphilli</i> Coutière, 1909	<i>Callyspongia vaginalis</i> (Lamarck, 1818)
	<i>Synalpheus minus</i> (Say, 1818)	<i>Callyspongia vaginalis</i> (Lamarck, 1818)
	<i>Synalpheus sanctithomae</i> Coutière, 1909	<i>Ircinia strobilina</i> (Lamarck, 1816) e <i>Agelas clathrodes</i> (Schmidt, 1870)
Porcellanidae	<i>Synalpheus townsendi</i> Coutière, 1909	<i>Monanchora arbuscula</i> (Duchassaing & Michelotti, 1864)
	<i>Petrolisthes galathinus</i> (Bosc, 1808/02)	<i>Agelas dispar</i> (Duchassaing & Michelotti, 1864), <i>Dragmacidon reticulatus</i> (Ridley & Dendy, 1886) e <i>Callyspongia vaginalis</i> (Lamarck, 1818)
Mithracidae	<i>Petrolisthes rosariensis</i> Werding, 1978	<i>Callyspongia vaginalis</i> (Lamarck, 1818)
	<i>Leptopisa setirostris</i> (Stimpson, 1871)	<i>Monanchora arbuscula</i> (Duchassaing & Michelotti, 1864)
Pilumnidae	<i>Mithraculus forceps</i> (A. Milne Edwards, 1875)	<i>Dragmacidon reticulatus</i> (Ridley & Dendy, 1886), <i>Callyspongia vaginalis</i> (Lamarck, 1818) e <i>Ircinia felix</i> (Duchassaing & Michelotti, 1864)
	<i>Pilumnus quoyi</i> Milne Edwards, 1834	<i>Ircinia felix</i> (Duchassaing & Michelotti, 1864)
Pseudorhombilidae	<i>Nanoplax xanthiformis</i> (A. Milne Edwards, 1880)	<i>Agelas clathrodes</i> (Schmidt, 1870)
Xanthidae	<i>Xanthodius denticulatus</i> (White, 1847)	<i>Dragmacidon reticulatus</i> (Ridley & Dendy, 1886)

* Parasitado por Bopyridae.

Otras especies de crustáceos encontradas en arrecifes de coral son las reportadas por Hernández-Aguilera (1996):

Periclinenes sp

Tozeuma carolinense Kingsley, 1878.

Panulirus argus (Latreille, 1804),

Mennipe nodi frons Stimpson, 1859.

Alpheus formosus Gibbes, 1850.

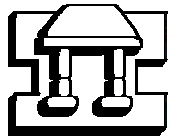
Mithrax hispidus (Herbst, 1790)

Mithrax sculptus (Lamarck, 1818).

Eurypanopeus abbreviatus (Stimpson, 1860).

Stenorhynchus seticomis (Herbst, 1788)

Geograpsus lividus (H. Milne Edwards, 1837).



V. CONSIDERACIONES SOBRE EL HOSPEDERO

Muchos estudios sobre la conducta social de especies simbiotas han inferido que entre los factores ambientales (presión por depredación, competencia) las características relacionadas al hospedante (p. ej. abundancia y distribución, talla y morfología) tienen una mayor influencia sobre la evolución de la conducta simbiota.

Sin embargo, se posee poca información sobre las poblaciones de hospedantes y pocos estudios se han encaminado a realizar pruebas de predicción. En el estudio desarrollado, se comparó la ecología básica de la anémona *Phymactis clematis* y el erizo de mar *Tetrapygus Níger* (Foto VI.1), hospedantes de las especies de cangrejos



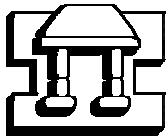
Allopetrolisthes spinifrons y *Liopetrolisthes mitra*, respectivamente.

Foto V.1 a) individuo de *Phymactis clematis*, b) erizo de la especie *Tetrapygus niger*

Cuando un individuo o un grupo de individuos hacen uso exclusivo de un área fijada y los intrusos potenciales son excluidos por muestras agresivas, se emplea generalmente el término territorialidad en lugar de guardián o centinela (Wilson, 1975). La conducta guardián de recursos es común en diferentes tipos de organismos vertebrados e invertebrados, la acción de centinela puede servir para monopolizar refugio, comida, descendencia y parejas de apareamiento, en contra de competidores intra- y/o interespecíficos (Foster, 1985; Huber 1987; Shuster 1987; Auki y Kikuchi 1991).

Estudios empíricos y consideraciones teóricas previas han sugerido que la monopolización de los recursos –incluido el territorio– evolucionan cuando estos recursos son económicamente defendibles (Emlen y Oring 1977; Grant, 1993). El término “económico” implica que los recursos son monopolizados siempre y cuando los beneficios excedan los costos de la defensa o cuando los beneficios netos de la defensa exceden aquellos de conductas alternas (p. ej. Cuidar o no cuidar; Brown 1964). La abundancia y distribución de recursos y la abundancia de individuos que exploten esos recursos (p. ej., frecuencia de intrusos; Chapman y Kramer 1996) han sido considerados como los mayores condicionantes ambientales que determinan si es defendible el recurso (Grant 1993).

Entre los invertebrados marinos, los crustáceos simbióticos muestran un amplio rango de hospedantes y de arreglo espacial, y patrones de asociación intraespecífica en o con su respectivo hospedante (Thiel y Baeza 2001). Los macroinvertebrados usados como hospedante por los crustáceos simbióticos pertenecen a diferentes grupos filogenéticos



que difieren ampliamente en su ecología (p. ej., patrones de abundancia y distribución) y biología en general (p. ej., talla, morfología, longevidad y valor nutritivo/protectivo).

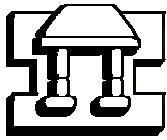
Estos macroinvertebrados representan uno de los más importantes recursos para estas especies simbiotas, sirviendo como refugio contra depredadores, lugar de alimentación (para cangrejos simbiotas; Stimson 1990), y áreas de apareamiento (para isópodos Shuster 1987). Los crustáceos simbiotas pueden habitar a hospedantes en densas agregaciones desestructuradas, aparentemente careciendo de cualquier tipo de conducta territorial.

La talla relativa puede afectar el potencial de las especies para monopolizar un hospedante. Un indicador de la importancia de este rasgo puede ser visto en la relación positiva entre la talla de un hospedante y el número de simbiotas que lo habitan -total de individuos y de especies- o entre la talla del hospedante y la de un solo simbiota (Báez y Martínez 1976 y otros).

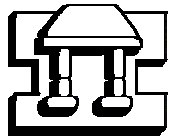
El espacio disponible y el área habitada puede afectar no sólo el número si no también el estadio de vida o sexo de los simbiotas cohabitando en/sobre un mismo hospedante (p. ej. Duffy 1992 y otros). Estos resultados dieron las primeras pistas de que la complejidad morfológica de los hospedantes también afecta el potencial de monopolización de los crustáceos simbióticos. En hospedantes relativamente complejos, la defensa contra otros simbiotas puede ser difícil (p. ej., energéticamente costoso) o imposible, mientras que hospedantes relativamente simples con una complejidad estructural limitada y pequeñas áreas de acceso (como aberturas bien definidas) pueden ser relativamente fáciles de defender contra intrusos (Thiel y Baeza 2001).

Basados en esta información, se pueden hacer tres predicciones específicas en la conducta ecológica de especies simbiotas: la probabilidad de la conducta de monopolización del recurso hospedante por el simbiota decrece con el incremento de la abundancia de hospedantes (P1), la complejidad del hospedante (p2) y la talla relativa del hospedante (P3).

La limitación de recursos (como el hábitat) ha sido considerada como una de las presiones más selectivas que determinan la evolución de conductas de guarda de recursos, incluyendo la territorialidad, en varios taxa de vertebrados e invertebrados (Wilson 1975; Barash 1982 y otros autores). Así, la conducta territorial en *A. spinifrons* pudo haberse desarrollado como consecuencia de la limitada disponibilidad de hospedante. En contraste, los hospedantes no parecen ser una limitante para *L. mitra*, por lo que no se espera el desarrollo de una conducta monopolizante en éste. La anémona hospedante no solo puede ser considerada como más pequeña si no también como un hábitat discreto para el cangrejo *A. spinifrons* debido a su baja complejidad morfológica. Más aún, estas anémonas de mar generalmente se encuentran en densidades moderadas y mantienen distancias mínimas con sus vecinos (Rivadeneira y Oliva 2001). Así, los cangrejos simbiotas sobre las anémonas pueden patrullar y defender eficientemente un individuo hospedante contra intrusos, ya que tales actividades son probablemente no costosas energéticamente (comparadas con actividades alternas). En contraste, los erizos representan un refugio más grande y heterogéneo para *L. mitra*, no sólo por su tamaño relativamente grande, si no también



por sus abundantes y largas espinas. Adicionalmente, estos erizos se presentan en agregaciones densas con varios individuos tocándose uno a otro (Rodríguez y Ojeda 1993)



VI. GÉNERO *PETROLISTHES*

Los porcelánidos son crustáceos decápodos crípticos de la zona intermareal y submareal de sustrato duro. Para el pacífico oriental tropical se conocen 13 géneros y 78 especies, de las cuales 60 se registran en México. Estos anomuros presentan desarrollo indirecto, la fase adulta es bentónica y las fases larvarias son planctotróficas y emplean las corrientes oceánicas como principal mecanismo de dispersión pasiva hasta establecer y reclutarse en la plataforma continental y sistemas estuarinos, según la tolerancia fisiológica a la salinidad de las especies.

Debido a la cantidad de especies y géneros que se tiene en México, con comportamientos tan parecidos, resulta interesante saber hasta que punto comparten un antecesor común, debido a esto, se desarrollo una investigación para investigar el origen de la simbiosis como habito de vida en cangrejos del genero *petrolisthes*, ya que la adopción de un hábito de vida simbiótico representa una de las adaptaciones ambientales más importantes entre los crustáceos marinos.

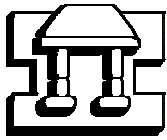
La competencia inter-específica puede ser considerada como un mecanismo importante capaz de explicar la evolución de la simbiosis en este y otros grupos de invertebrados marinos, en el estudio realizado, se exploró el origen histórico del estilo de vida simbiótico en cangrejos marinos (género *Petrolisthes*) y se examina la importancia de la competencia inter-específica respecto de la evolución de este carácter ecológico.

Para este análisis, se utilizó la hipótesis filogenética previamente publicada por otros autores para 29 especies de cangrejos *Petrolisthes*. Esta hipótesis fue generada utilizando dos métodos de inferencia filogenética (Evolución Mínima y Parsimonia) y la subunidad 16s del ARN ribosomal como marcador genético. Cuando el estilo de vida de cada especie de cangrejo *Petrolisthes* fue trazado en dicho árbol filogenético, se infirió: I) que el hábito de vida libre representa el carácter ancestral y II) que el hábito de vida simbiótico evolucionó independientemente al menos dos veces en este grupo de cangrejos. Los cangrejos *Petrolisthes* que han desarrollado un habito de vida simbiótico ocurren en aguas templadas del hemisferio sur; *Allopetrolisthes spinifrons* (Foto VI.1.1) que habita anémonas, y *Liopetrolisthes mitra* que habita erizos.

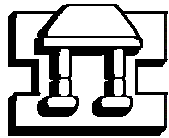


Foto VI.1 Cangrejo de la especie *Allopetrolisthes spinifrons*

Un análisis comparativo utilizando el método de contrastes independientes sugirió que la competencia inter-específica no representa un mecanismo importante capaz de



explicar la evolución de la simbiosis ni la ocurrencia de asociaciones menos frecuentes entre cangrejos *Petrolisthes* y otros macro invertebrados marinos. No obstante, la adopción de un hábito de vida simbiótico posee importantes consecuencias para la vida social de los cangrejos que han asumido este estilo de vida



VII. Género *Alpheus*

Es uno de los géneros de camarones más común del arrecife, pero la vida recluida que suelen llevar hace que a menudo pasen desapercibidos. Las especies más conocidas de estos, son aquellas que viven en simbiosis con gobios, pero estas no son la más abundantes, aunque sí las más fáciles de ver.

Algunos aspectos que hacen inconfundible el género, son: su simbiosis (con gobios y anemonas), la desproporción del tamaño de sus pinzas (por norma general poseen una pinza izquierda considerablemente mayor que la derecha) y una última muy ligada a la anterior, la capacidad de emitir chasquidos. Muchos camarones pistola utilizan su apéndice modificado para obtener a su presa o defenderse de sus perseguidores o su morada de otros camarones.

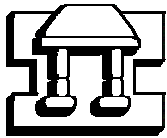
Sin duda la relación del camarón pistola y los gobios, es una de las simbiosis más conocidas del arrecife y en este caso no hicieron falta exhaustivos estudios para comprobar el beneficio obtenido por cada uno: por un lado el camarón pistola, con una visión muy deficiente, mantiene sus antenas pegadas a la aleta del gubio, así percibe el más mínimo movimiento alertándose en caso de peligro; y el beneficio del gubio es que dispone de un cómodo y limpio alojamiento que el camarón se encarga de perfeccionar constantemente (Foro VII.1).



Foto VII.1 Un espécimen del género *Alpheus* y un Gubio, con el que llega a formar simbiosis

La relación simbiótica con los Gobios, no es la única que ha desarrollado este género, ya que también con individuos como cangrejos xantidos y estomatopodeos, el cangrejo pistola puede beneficiarse de la agresividad de sus compañeros o también puede alimentarse del material de sus compañeros. El cangrejo pistola puede construir cuevas las cuales subsecuentemente atraerán otras especies como inquilinos, directamente se benefician de dicha construcción.

En el ambiente marino las asociaciones entre conoespecíficos ofrecen más desarrollo y mejor defensa de microhábitats, los camarones pistola por ejemplo hacen asociaciones en parejas heterosexuales o en grandes grupos para cooperar, ocupar y defender sus hábitats que pueden estar en, esponjas, anémonas, hoyos en cabezas de coral, cavidades debajo de conchas, grava o rocas; entre estos los camarones, encuentran seguridad y protección ante la acción del oleaje y depredadores.



La defensa exitosa de estos hábitats puede ser posible por la asociación con uno o más individuos que puedan vivir o cohabitar con los camarones pistola, por un largo periodo de tiempo. La larga convivencia de uno o más individuos de sexos opuestos puede reducir la necesidad de buscar la búsqueda de pareja y consecuentemente el costo y el riesgo se disminuyen.

Los individuos que ocupan la morada permiten solo la entrada a miembros del sexo opuesto y excluyen a miembros del mismo sexo; esto tiene como resultado el establecimiento de parejas heterosexuales por un corto periodo de tiempo y en algunas especies de crustáceos la formación de parejas heterosexuales solo ocurre durante la receptividad femenina y después de la fertilización exitosa de estas especies se separan de nuevo, si las parejas heterosexuales persisten por un largo periodo de tiempo, estos pueden reproducirse con el mismo compañero de nuevo.

Cabe mencionar que las relaciones entre conespecíficos, en muchas ocasiones llegan permanecer por largos periodos de tiempo en la misma cueva y derivado de esto pueden modificar su actividad o tamaño también.

Lo anterior se infiere debido a algunos estudios que se han realizado, para observar las relaciones conespecificas, uno de estos estudios, se desarrollo en la bahía la herradura y en la pampilla en coquimbo, Chile, con dos especies de la familia Alpheidae *Alpheus inca* y *Alpheopsis chilensis*.

Todos lo ejemplares fueron tomados de la zona interdial baja, durante las noches, la zona de colecta son dos estrechos de costa rocosa, en las mareas bajas de primavera las cuevas pueden ser abiertas con todo el cuidado posible y todos los individuos de una cueva fueron colectados tan rápido como fuera posible y colocados en un recipiente. Los camarones colectados fueron llevados al laboratorio donde fueron medidos y sexados, los femeninos fueron distinguidos de otros basados en la presencia de embriones sobre el abdomen o el abdomen lleno de varios que fueron visibles a través de su exoesqueleto, los individuos que no presentaban embriones o huevos fueron observados bajo el microscopio para definir su sexo mediante la presencia de los segundos pleópodos modificados que indican si es femenino o masculinos.

Durante la investigación, un total de cuarenta cuevas fueron examinadas cuatro de las cuales solo contenían cangrejos juveniles, el numero de juveniles varia entre 4 a 16 individuos por cueva y las 36 cuevas que contenían camarones adultos 19 (52.8%) contenían 2 *Alpheus* y 2 *Alpheopsis*, mientras nueve cuevas contenían 2 individuos, 2 de una especie y uno de otra en algunas cuevas se veían camarones de otra especie y en la mayoría de las cuevas se encontraban individuos de otra especie.

Machos y hembras de cada especie se encontraron en parejas heterosexuales en la mayoría de las cuevas. Mientras *Alpheus* se encontraron 32 hembras con un macho con específico mientras que en *Alpheopsis* 4 de 26 hembras fueron encontradas sin un macho específico. Tres de 35 machos *Alpheus* y 4 de 26 machos de *Alpheopsis* fueron encontrados sin compañeras femeninas en sus cuevas.

Muchas de las hembras capturadas durante el estudio se encontraban con huevecillos, algo interesante es que las hembras de las especies que cohabitan en una cueva aparentemente sincronizan su estado reproductivo (Tabla VII.1).

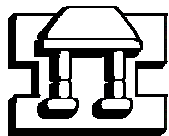


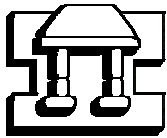
Tabla VII.1 Relación de los estadios encontrados en las hembras

<i>Alpheus inca</i>	<i>Alpheopsis chilensis</i>	N	Reproductive synchronization	Total
non-ovigerous	non-ovigerous	4	synchronized	18
embryo I	embryo I	10	synchronized	
embryo II	embryo II	4	synchronized	4
non-ovigerous	embryo I	2	non-synchronized	
non-ovigerous	embryo II	0	non-synchronized	4
embryo I	non-ovigerous	2	non-synchronized	
embryo I	embryo II	0	non-synchronized	4
embryo II	non-ovigerous	0	non-synchronized	
embryo II	embryo I	0	non-synchronized	4
		22		

Uno de los resultados que se presenta, es que ambas especies de camarones pistola frecuentemente cohabitan en la misma cueva. Usualmente cada individuo comparte una cueva con un coespecifico de sexo opuesto y una pareja heterosexual de otra especie.

Al final de la investigación, se encontró una relación significativa entre coespecificos y miembros de las dos especies cohabitantes en una cueva, lo que sugiere particularmente una interacción intra y interespecifica y relativamente una asociación que puede ser larga. Muchos crustáceos marinos viven asociados con otros invertebrados marinos en microhabitats o simplemente sobre o dentro del cuerpo de los hospederos, ya que estos también obtienen comida y protección primaria de sus ellos, también estos crustáceos viven en pares o pequeñas congregaciones hospederos por ejemplo muchos cangrejos viven con parejas heterosexuales en tubos con poliquetos o en algunas cavidades del cuerpo de invertebrados marinos, los cangrejos trapecistas viven en parejas heterosexuales en corales hospederos, los cangrejos porcelanizados tienen parejas heterosexuales en pequeñas segregaciones sobre erizos de mar.

Aunque en muchos casos no se conoce como los integrantes de un hábitat particular mantienen su población demográfica, ya que algunos individuos puede tener parte de la “casa” ocupada durante periodos largos de tiempo, por ejemplo los camarones pistola, llegan a cohabitar con grandes descendencias de juveniles que pueden requerir varias semanas hasta alcanzar un tamaño adecuado para dejar el hábitat.



VIII.-CONCLUSIONES

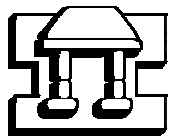
En base a los trabajos realizados, se pueden concluir lo siguiente:

La complejidad morfológica de los hospedantes afecta el potencial de monopolización de los crustáceos simbióticos, mientras que hospedantes relativamente simples con una complejidad estructural limitada y pequeñas áreas de acceso (como aberturas bien definidas) ofrece mas beneficios por un menor costoso energético.

La competencia inter-específica no representa un mecanismo importante capaz de explicar la evolución de la simbiosis ni la ocurrencia de asociaciones menos frecuentes entre cangrejos *Petrolisthes* y otros macro invertebrados marinos.

El espacio disponible y el área habitada puede afectar no sólo el número si no también el estadio de vida, sexo y tamaño de los simbioses que cohabitan en/sobre un mismo hospedante.

Se encontró una relación significativa entre coespecificos y miembros de las dos especies cohabitantes en una cueva, lo que sugiere particularmente una interacción intra e interespecifica y relativamente una asociación duradera entre estos.



IX - BIBLIOGRAFÍA

Baeza J.A y Thiel M. Predicting territorial behavior in symbiotic crabs using host characteristics: a comparative study and proposal of a model, *Marine Biology*, 2003 142: 93-100 pp.

Baeza Antonio J. The origins of symbiosis as a lifestyle in marine crabs (genus *petrolisthes*) from the eastern Pacific: Does interspecific competition play a role?. *Revista de Biología Marina y Oceanografía* Vol. 42, N° 1, 7-21 pp. Abril 2007.

Becerra, L. E. A. y P. A. Coelho. 2006. Crustáceos decápodos asociados a esponjas no litoral do Estado do Ceará, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia* 23 (3): 699-702

Boltaña S. and Thiel M. Associations between two species of snapping shrimp, *Alpheus inca* and *Alpheopsis chilensis* (Decapoda: Caridea: Alpheidae) *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 2001. 81, 633-638 pp.

Beltrán-Torres A. U. y J. P. Carricart-Ganivet. 1999. Lista revisada y clave para los corales pétreos zooxantelados (Hydrozoa: Milleporina; Anthozoa: Scleractinia) del Atlántico mexicano. *Rev. Biol. Trop.* 47 (4): 813-829.

Buceo en la universidad de Valparaíso, www.buceouv.cl/invertebrados/web/equinodermos/tetrapygus_niger

Centro de Investigación Científica y Educación Superior de Ensenada (CICESE), ecologia.cicese.mx/laboratorios/lab_epzc_corales.htm, Última actualización 22 de febrero del 2008.

Cifuentes L., Torres G. Frías M. El Océano y sus Recursos VI Bentos y Necton. 2008 http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen1/ciencia2/46/htm/sec_11.html

Hernández-Aguilera, J. L. 1996. Contribución al conocimiento de los crustáceos (Stomatópoda y Decápoda) costeros, insulares y de plataforma continental de México. Fase II Golfo de México. Informe final* del Proyecto B035. <http://www.conabio.gob.mx/institucion/proyectos/resultados/InfB035.pdf>

Márquez Germán. 1996. Biodiversidad marina: Aproximación con referencia al caribe. En: *Ecosistemas estratégicos y otros estudios de ecología ambiental*. Fondo FEN Colombia. Bogotá. 67-102pp.

Ministerio de educación, España. 2008. recursos.cnice.mec.es/bancoimagenes2/buscador/index.php?expresion=%22cordado%22&start=340

Unidad Multidisciplinaria de Docencia e Investigación (UMDI) Sisal, Yucatan, <http://www.sisal.unam.mx/cgi-bin/especie.cgi?id=4>

Ocean Future, 2004-2006. www.ocean-future.org/contenido-1.html