



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**

---

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
IZTACALA**

**“VARIACIÓN ESPACIO-TEMPORAL DE LA  
ABUNDANCIA Y LA DISTRIBUCIÓN DE LOS  
MACROCRUSTÁCEOS ENCOSTRANTES EN EL  
PARQUE NACIONAL SISTEMA ARRECIFAL  
VERACRUZANO”**

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

**B I Ó L O G O**

P R E S E N T A:

**VÍCTOR MOLINA CERÓN**

Director de tesis: Dr. Ignacio Winfield Aguilar



TLALNEPANTLA, ESTADO DE MEXICO

2009



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.

## **Dedicado**

A mis padres...

Porque gracias a ustedes comprendí el sentido de la vida, el amor y la superación. Sin ustedes jamás podría haber llegado tan lejos. Gracias por apoyarme, e impulsarme a salir adelante, por no dejarme caer, confiar en mi y siempre estar cuando los necesito. Los amo.

A mi hermana...

Gracias hermanita por ser un gran ejemplo a seguir para mi, gracias por ayudarme en mis problemas y aunque seas mi hermana, también eres mi mejor amiga.

## **Agradecimientos**

Al apoyo financiero otorgado por los programas "Fondos Mixtos CONACYT-Gobierno del Estado de Veracruz (FOMIX-06-37637)", "PAPIIT-UNAM-IN224507-2007", "PAPCA-FESIZTACALA-UNAM-2006-2007". A las autoridades de CONAPESCA - (SAGARPA) y a la administración del "Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano", por los permisos otorgados.

### **A mis profesores:**

Gracias al Dr. Ignacio Winfield, por dirigir este proyecto, por sus comentarios, sus regaños, consejos, paciencia y por su gran apoyo.

Al Dr. Sergio Cházaro, por compartir sus conocimientos, y su amistad.

Al Dr. Guillermo Horta Puga porque gracias a sus comentarios opiniones y regaños aprendí a esforzarme más.

Al Biol. José Luis Tello Mussi, porque más que un maestro es un amigo.

Al Dr. Luis Abarca, por sus comentarios y consejos.

Gracias especiales para el Biól. Miguel Ángel Lozano Aburto, del Centro de Ecología y Pesquerías-UV, por su ayuda en la colecta científica dentro del parque arrecifal, por sus comentarios y su amistad

Gracias especiales al Dr. Manuel Ortiz Touzet del Centro de Investigaciones Marinas de la Universidad de La Habana, Cuba por sus increíbles comentarios, su gran amistad, y su gran contribución en la elaboración de esta tesis.

**A mis amigos:**

Que siempre me apoyaron y confiaron en que terminaría ese trabajo. A todos mis compañeros de la FES Iztacala y a mis compañeras del laboratorio:

Nancy, te quiero agradecer tu infinita amistad y todo el apoyo que me brindaste a lo largo de la carrera.

Marcela, gracias por tu amistad y todos los momentos que hemos vivido, las experiencias que tenemos y que nunca vamos a olvidar.

A Sandra, Ruth, Octavio, Marisol, Alejandro, Rex, Betsa, Tere, Anita, Rafael, Sharon, Erendira, Josseline, Mariana y Dianoize.

A mis compañeros de la Preparatoria N° 5 "José Vasconcelos" Daniel, Carlos, Minerva, José, Jorge, Rogelio y Verónica, a los que ya no están y a los que siempre estarán.

A Román, Badzka, Sandra, Denise, Marlenne, JK, Krista, Amrod y Viridiana.

Y sobre todo quiero agradecerle Paulina, por siempre apoyarme, ayudarme, comprenderme y estar a mi lado cuando te necesito, por ser mi inspiración y a la que le dedico mis esfuerzos. Gracias por todo!

Y por último quiero agradecerle a la Universidad Nacional Autónoma de México, a la Preparatoria N°5 "José Vasconcelos" y en especial a la Facultad de Estudios Superiores Iztacala, por haberme forjado en sus aulas, con sus maestros y alumnos que siempre llevaré conmigo hasta el fin.

This is your world.  
These are your people.  
You can live for yourself today,  
Or help build tomorrow for everyone.

## Índice

Resumen.....	1
Introducción.....	3
Antecedentes.....	8
Objetivo general.....	11
Objetivo particular.....	11
Hipótesis.....	12
Material y métodos.....	12
a) Área de estudio.....	12
b) Trabajo de campo.....	15
c) Trabajo de gabinete.....	17
d) Procesamiento de datos.....	18
Resultados.....	20
1) Composición faunística.....	20
a) Patrones de abundancia y distribución espacial de los macrocrustáceos encostrantes.....	22
b) Patrones de abundancia y distribución temporal de los macrocrustáceos encostrantes.....	25
2) Importancia relativa de las especies de macrocrustáceos encostrantes.....	34
Discusión.....	38
a) Registros nuevos y ampliación en el ámbito geográfico de los macrocrustáceos encostrantes.....	38
b) Composición de especies de los macrocrustáceos encostrantes.....	41
c) Distribución espacio-temporal de los macrocrustáceos encostrantes.....	45
Conclusiones.....	49
Anexo Fotográfico.....	50
Literatura Citada.....	54



## Resumen

Se establecieron seis sitios de muestreo en el Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano (PNSAV) durante 2007 con el propósito de analizar la variación en la abundancia y la distribución de los macrocrustáceos encostrantes: Blanquilla, Galleguilla e Isla Verde en el grupo norte y, Blanca, Isla de Enmedio y Anegada de Afuera en el sur. Fueron construidas y fijadas entre los 5 – 10 m de profundidad, seis estructuras sumergibles de PVC (una por cada sitio de muestreo) con seis paneles artificiales de poliuretano de 30 x 30 cm. Las placas se recolectaron por medio de bolsas de plástico, transportadas en cubetas con alcohol al 70%, los organismos se identificaron con las claves de Barnard & Karaman (1991), LeCroy (2000, 2001) y Ortiz *et al.* (2002) para los anfípodos; los isópodos con las claves de Schotte & Kensley (1989) y, Suárez-Morales *et al.* (2004) para los tanaidáceos. Los organismos se identificaron hasta el nivel taxonómico que el espécimen permitió debido a su estado de conservación.

Los organismos recolectados representaron 26 especies, agrupadas en 19 familias y 5 ordenes. En el sector norte, Galleguilla fue el arrecife con el número mayor de organismos con 3596, seguido de Isla Verde con 2565, el arrecife menos diverso fue Blanquilla con solo 1 organismo. En el

sector sur, Blanca representó el arrecife con abundancia mayor con 11 organismos, Anegada de Afuera fue el menos abundante con 1 organismo. En el sector norte, Octubre fue el mes con mayor número de organismos con 6161. En el sector sur el mes de agosto fue el más abundante con 14 organismos.

La asociación de macrocrustáceos en el PNSAV, estuvo dominada con base en el número de organismos por el sessilido *Balanus eberneus*, seguido por el anfípodo *Ampithoe ramondi*, en tercer lugar por el tanaidaceo *Leptochelia forrestii* y el decápodo *Synalpheus rathbunae* en cuarto. Mediante la prueba de Olmstead-Tukey, se pudo clasificar que en el SAV la especie *Balanus eberneus* fue la más dominante, mientras que *Leptochelia forrestii* fue clasificada como ocasional, las especies *Erichthonius brasiliensis*, *Ampithoe ramondi*, *Ampithoe* sp., *Pilumnus gemmatus* y *Periclimenes* sp., fueron caracterizadas como estacionales; finalmente, raras; *Mithraculus cinctimanus*, *Synalpheus rathbunae*, *Synalpheus towsendi*, *Colomastix ircinae*, *Concarnes concavus*, *Lautretes fucorum*, *Apocorophium simile*, *Corophium* sp., *Elasmopus* sp., *Stenetrium stebbingi*, *Leucothoe* sp., *Lysianopsis alba*, *Majidae*, *Mithraculus sculptus*, *Photis pugnator*, *Podocerus brasiliensis*, *Sinelobus stanfordi*, *Stenothoe* sp., *Tanais* sp., y *Zeuxo kurilensis*.

## Introducción

Dentro de los ecosistemas marinos con mayor biodiversidad se encuentran los arrecifes de coral que proveen un hábitat diferencial para un número importante de especies de invertebrados, vertebrados, algas y pastos marinos, principalmente; que en conjunto constituyen comunidades clave en estos ecosistemas (Goreau, *et al.*, 1979; Richmond, 1993; Reaka-Kudla, 1997; Vázquez-Domínguez, 2000). Estos arrecifes son ecosistemas arquitectónicamente estables y frágiles a perturbaciones ambientales, y aquellas ocasionadas por el hombre a través del tiempo (Jackson, 1997, 2001; Word, 2001); además, funcionan como moderadores de condiciones ambientales extremas y como un potencializador del crecimiento de las especies que lo forman (Jordán, 1993). Los arrecifes de coral suelen clasificarse de acuerdo con su origen, forma y cercanía de la costa en: costero, de barrera, atolón (Ladd *et al.*, 1950), y de plataforma (Schuhmacher, 1978).

En México existen cerca de 30 formaciones arrecifales que se desarrollan en un intervalo de los 2 a los 40 m de profundidad sobre la plataforma continental, con una orientación generalmente de noreste-sureste. Los arrecifes se extienden desde el sur del Caribe mexicano, donde forman parte del sistema arrecifal beliceño, hasta la laguna de Tamiahua, (Moore, 1958). Los arrecifes tamaulipecos y veracruzanos, son menos diversos que los arrecifes caribeños

debido a las corrientes oceánicas, las masas de aires fríos, las descargas de los ríos y los desechos domésticos municipales y otras actividades pesqueras, petroleras y turísticas. (Villalobos-Figueroa, 1971; Jordán, 1979; Chávez *et al.*, 1970 y 1985; Castro y Márquez, 1981; Wells, 1988).

Después del Caribe mexicano, el Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano (PNSAV) representa el segundo complejo arrecifal más importante en la Zona Económica Exclusiva (ZEE) del territorio nacional. Este parque representa un ecosistema formado por más de 20 bancos arrecifales, establece el límite suroccidental de la subprovincia del Caribe (Veron, 1995), es un centro de dispersión y conectividad interarrecifal entre el Golfo de México y el Mar Caribe (Jordan-Dahlgren, 2004), es un ecosistema con una biodiversidad alta de invertebrados y representa un hábitat viable para el endemismo. (Carrera-Parra y Vargas Hernández, 1996; Winfield *et al.* 2007). Por otro lado, los organismos se encuentran expuestos a condiciones poco óptimas, por la explotación de las actividades humanas turísticas, el comercio y la pesca. Estas prácticas implican deterioro del coral y la muerte de los organismos (Nienhuis, 1986; Horta *et al.*, 1997).

Las comunidades de los arrecifes de coral se han dividido para su estudio en tres grandes componentes: 1.- los peces bentónicos herbívoros y depredadores; 2.- Los organismos epibentónicos sésiles (corales duros y

blandos, esponjas y algas) y, 3.- La criptofauna: organismos horadores (generadores de microhábitat; organismos sésiles (incrustantes que ocupan agujeros bioperforados); anidadores: que habitan en agujeros y grietas bioperforadas, por ejemplo, poliquetos, sinpuncúlidos, erizos de mar, ofiuroides, pepinos de mar, bivalvos, pulpos, crustáceos decápodos, peracáridos y estomatópodos (Reaka-Kudla, 2001).

Adicionalmente, en el ambiente marino se ha diferenciado a la fauna encostrante, la cual se denomina como cualquier organismo que se adhiere a estructuras sumergibles; este proceso de adhesión inicia con la producción de un biofilm (Allison, 2003) y, la subsecuente colonización de los organismos denominada biofouling.

Los organismos encostrantes (biofoulers) incluyen en orden sucesivo: bacterias y diatomeas, microalgas, protozoos, y macrofauna encostrante como esponjas, cnidarios, briozooarios, poliquetos, moluscos, equinodermos y crustáceos (Richmond & Seed, 1991; Abarzua & Jakubowski, 1995). Dentro de éste último se encuentran los crustáceos sesílicos, copépodos, decápodos y, principalmente, los peracáridos.

El Superorden Peracarida se caracteriza por tener un caparazón no fusionado totalmente con el tórax (excepto en isópodos y anfípodos, que es ausente), se encuentran libres los cuatro últimos segmentos torácicos: el primero

está unido a la cabeza (fig 1). Estos organismos se encuentran agrupados en nueve ordenes: Spelaeogriphacea, Thermosbaenacea, Lophogastrida, Mysida, Mictacea, Cumacea, Amphipoda, Isopoda y Tanaidacea (Brusca y Brusca, 1990). Éstos tres últimos, representan órdenes importantes en los macrofoulers (Winfield et al., 2007).

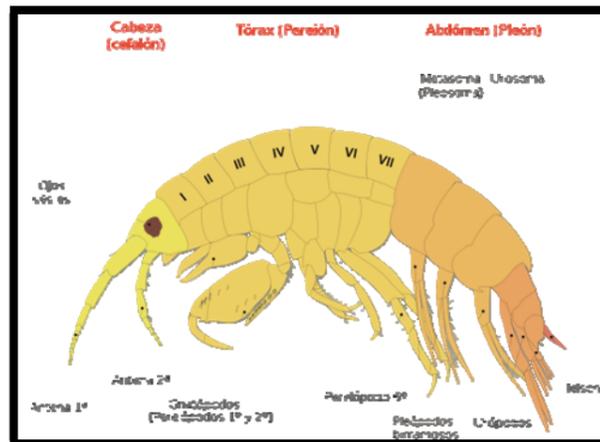


Fig 1. Esquema general de Peracárido. (Tomado de: [www.wikipedia.com](http://www.wikipedia.com) 2009)

Este grupo de crustáceos se ha adaptado a diversos hábitats; aunque la mayoría son marinos, muchos otros son terrestres, dulceacuícolas, salobres, cavernícolas y parásitos de peces y crustáceos. Así, el ambiente marino constituye el principal ecosistema ocupado por los peracáridos donde forma parte de las comunidades planctónicas y bentónicas (Bowman y Grüner, 1973; Gardiner, 1975; Shram, 1986; Donath-Hernández, 1987).

Los peracáridos representan un grupo de crustáceos numeroso y diverso; sin embargo, debido a la dificultad que representa la identificación, estos organismos son excluidos de los trabajos de investigación o quedando identificados como grandes grupos, con una pérdida de información (Escobar *et al* 2002).

La importancia de estos crustáceos se fundamenta en las cadenas tróficas del bentos marino (Ogle *et al.*, 1982), por ser promotores de la remoción del sedimento por la excavación de los sustratos, en la regeneración de nitrógeno en sedimentos, en la transmisión de parásito (LeCroy, 2000; Cházaro-Olvera *et al.*, 2002), y en que constituyen un recurso alimenticio para poblaciones de especies con importancia comercial, como camarones penéidos, peces demersales, además de que son indicadores de modificaciones del ambiente natural (Dauvin & Gentil, 1990).

Como resultado de las pérdidas económicas y ecológicas ocasionadas por la fauna encostrante, los estudios enfocados con estos organismos en el ambiente marino requieren mayor atención, máxime en parques nacionales o áreas naturales protegidas: como consecuencia, el presente trabajo aporta información sobre la biodiversidad de los macrocrustáceos encostrantes, así como los patrones de abundancia y distribución en el Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano.

## Antecedentes

Las principales investigaciones relacionadas con los macrocrustáceos incluyen los trabajos de McCain (1968) quien registró 28 especies de anfípodos caprélidos recolectados en el noreste y noroeste del Golfo de México en profundidades menores a los 100 m. Entre 1965 y 1973-1974 fueron desarrolladas tres campañas oceanográficas conjuntas entre la ex URSS y Cuba en la plataforma continental oeste de Florida, la sonda de Campeche y el sector noroccidental del Caribe. Como resultado fueron recolectadas 32 especies de anfípodos bentónicos agrupadas en 17 familias y 30 géneros (Ortiz, 1979)

Para el estado de Veracruz las publicaciones sobre peracáridos datan de 1971 con Bâcescu. donde describe a *Camella (camella) maredithi*. Posteriormente, McKinney (1978) analizó 14 especies de anfípodos con información sobre su distribución y origen en sistemas costeros veracruzanos.

Stuck *et al.* (1980) realizaron estudios en la parte central norte del Golfo de México, estableciendo nuevos registros de 12 familias de Hypéridos (Crustacea: Amphipoda). Estos mismos autores en 1979 extienden los intervalos de distribución y aportan nuevos registros de misidáceos en la parte este del Golfo de México.

Escobar-Briones y Soto (1988) extienden los intervalos de distribución de los misidáceos *Sirella chiechiaie*, *Bowmaniella floridana*, *Brasilomysis castroi*, *Mysidopsis almyra*, *M. bahia* y *M. badius*; además describen como especie nueva a *Taphyomysis villalobos*, y discuten sobre la distribución geográfica de las 7 especies.

Estos mismos autores en 1991 abordan aspectos biogeográficos de los misidáceos en el Golfo de México y discuten sobre la distribución de especies colectadas en el sector suroeste del golfo.

Escobedo (1994) realizó colectas en la plataforma continental del noreste del Golfo de México, bahía de Campeche y plataforma de Yucatán, con el reporte de 48 especies de crustáceos peracáridos pertenecientes a los ordenes Amphipoda, Cumacea, Isopoda, Mysidacea y Tanaidacea: realizando un análisis comparativo de la abundancia, distribución y diversidad de las especies con respecto a las condiciones ambientales de las tres zonas abordadas.

Winfield y Escobar-Briones (2007), realizaron un listado faunístico, registros nuevos y distribución espacial de Anfípodos del sector norte del Mar Caribe. Encontrando 23 especies agrupadas en 9 familias y 7 superfamilias, las especies *Ampelisca vadorum*, *Ampelista verrilli* y *Haploops* sp., constituyeron registros nuevos para la región.

Para el PNSAV se cuenta con un registro de 44 especies de peracáridos: 28 anfípodos, 12 isópodos, 3 tanaidáceos y el cumáceo *Cummela meredithi*. De esta carcinofauna se distinguen por su abundancia y riqueza de especies las familias que incluyen organismos tubícolas, horadores, excavadores y comensales de esponjas y organismos gelatinosos: Ampeliscidae, Ampithidae, Aoridae, Corophiidae, Hasutoridae, Isaedidae, Ischyroceidae, Leucothoidae, Melitidae, Podoceridae (anfípodos) y Leptocheliidae (tanaidáceo) además realizaron el listado faunístico, la distribución espacial y la diversidad de estos organismos, identificando un nuevo registro y nueve ampliaciones geográficas. Los ordenes Sessilia y Stomatopoda incluyeron una especie cada uno, el orden Amphipoda presentó 19 especies, los órdenes Isopoda por 4 especies, Tanaidacea por una, y Decapoda por 7 especies (Winfield *et al.* 2007)

Es importante resaltar que las investigaciones relacionadas con los macrocrustáceos encostrantes en el Golfo de México son escasas y referidas a los sectores noreste y noroeste (Gallaway & Lewbel, 1982).

**Objetivo general**

- Analizar la variación espacio-temporal de la abundancia y la distribución de los macrocrustáceos encostrantes del PNSAV.

**Objetivo particular**

- Identificar a nivel específico los macrocrustáceos encostrantes en placas artificiales sumergidas en el PNSAV.
- Reconocer los posibles registros nuevos y las ampliaciones en el ámbito geográfico de los macrocrustáceos encostrantes.
- Cuantificar las variaciones en la abundancia y la distribución de los macrocrustáceos encostrantes en el Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano.
- Estimar la importancia relativa de las especies de los macrocrustáceos encostrantes en el PNSAV.

### **Hipótesis**

Si el Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano representa un ecosistema arquitectónicamente complejo con variaciones en los patrones de circulación; entonces habrá patrones espacio-temporales en la abundancia y la distribución de los macrocrustáceos enconstrantes, con gradientes en la riqueza y dominancia de ciertas especies.

### **Material y métodos**

El presente trabajo se realizó en un periodo de 12 meses (agosto 2007 – agosto 2008) donde se incluyó el trabajo de campo y el de laboratorio.

#### **a) Área de estudio**

El PNSAV se ubica en la plataforma continental del estado de Veracruz, en el sector noroeste de la bahía de Campeche en el polígono delimitado por los 19°00'00" y 19°16'00" latitud Norte y 96°12'00" longitud Oeste. Este parque nacional se encuentra formado por 20 bancos arrecifales con distintos grados de desarrollo, que en conjunto cubren una superficie aproximada de 52,000 ha (Vargas-Hernández *et al.*, 1993). Se encuentra dividido en dos grandes sectores separados por un área de fondos suaves establecida por la desembocadura del río Jamapa. El sector norte ubicado frente al puerto de Veracruz, representa casi una tercera parte del parque e incluye 10 arrecifes; el sector sur, localizado

frente al poblado de Antón Lizardo, incluye la mayor extensión del sistema arrecifal con 12 arrecifes (Fig 2).



Figura 2. Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano. En donde se indican (en rojo) los sitios de muestreo del sector norte y sur.

El PNSAV está formado por bajos, islas y arrecifes situados en la porción interna de la plataforma continental (PEMEX, 1987) que se elevan desde profundidades cercanas a los 40 m. Está construido en un banco de restos bioclásticos calcáreos de materiales coralinos pertenecientes al Pleistoceno reciente y es producto del descenso en el nivel del mar, debido a la última glaciación (Emery, 1963; PEMEX, 1987)

Los arrecifes del PNSAV se han descrito como tipo plataforma, y presentan dos formas de desarrollo: una alargada en sentido noroeste-sureste, y otra en semicírculo con la misma orientación. Se caracterizan por tener pendientes en barlovento y en sotavento: la pendiente de sotavento presenta un desarrollo arrecifal notable. Cada arrecife difiere en complejidad topográfica, cantidad de  $\text{CaCO}_3$ , riqueza de especies y cobertura viva (Lara *et al.*, 1992).

El PNSAV presenta un clima cálido-húmedo con lluvias en una época: la de nortes, con menor precipitación, de septiembre hasta abril con temperaturas bajas y frecuentes invasiones de masas de aire frío del norte y, la época de lluvias de mayo hasta agosto, con temperaturas elevadas, alta precipitación y vientos débiles del este. La temperatura promedio anual registrada en la zona arrecifal es de  $26^\circ\text{C}$ , con temperaturas mínimas durante enero y febrero con valores de  $18^\circ\text{C}$  (Emery, 1963). Hay dos principales corrientes en la zona: la corriente principal, determinada por la dirección del viento, usualmente tiene dirección NO y velocidad de  $0.7 \text{ cm}\cdot\text{s}^{-1}$ ; cuando se presentan los vientos del norte la dirección cambia al SE. La otra corriente se le denomina "Bocanada de Puerto" que no presenta una relación tan marcada con los vientos y varía en proporción a la influencia de éstos presentando un comportamiento de "abanico"; es decir, en marzo el 37% de la corriente proveniente de la bocanada se dirige al SE y S, el 19% tiene dirección N-NO, el 26% al E y 18% al SO (Hernández 1982,

Vázquez 1983). La circulación del Golfo de México está relacionada con la influencia de las aguas cálidas y salidas que constituyen a la corriente de Lazo, las cuales entran a través del estrecho de Yucatán provenientes del mar Caribe y salen por el estrecho de Florida. Parte del agua que entra al Golfo por el canal de Yucatán se regresa por una contracorriente (Amstrong y Grady 1976, en De la Lanza, 1991) Recientemente, Salas-Monreal (2009 en prensa) ha estimado el patrón general de circulación del PNSAV con un flujo neto en dirección NW donde los arrecifes del puerto de Veracruz generan giros ciclónicos frente a la desembocadura del río Jampa.

#### **b) Trabajo de campo**

Se establecieron seis sitios de muestreo en el PNSAV con relación a la influencia antropogénica y la distancia de la costa, adicional al permiso otorgado por la Comisión Nacional de Pesca y Acuicultura (2007) y SAGARPA; el sector norte incluyó Isla Verde, Blanquilla y Galleguilla, y el sector Sur, Blanca, Isla de Enmedio y Anegada de afuera. En cada sitio se fijó una estructura de PVC (aprox. 2 m de alto por 1.5 m de ancho) con un taladro neumático adaptado para sujetar las estructuras artificiales de polietileno en posición vertical (Fig.3). En cada estructura se ubicaron seis placas de 30 x 30 cm, entre 5 y 10 metros de profundidad, dos se dejaron durante todo el proyecto, y las restantes se distribuyeron de la siguiente manera: una para la recolecta de macrocrustáceos encostrantes y otra para algas encostrantes con sus respectivas réplicas, estas

últimas fue para un estudio colateral de metales pesados, en colaboración con el Laboratorio de Biogeoquímica de la FES Iztacala.

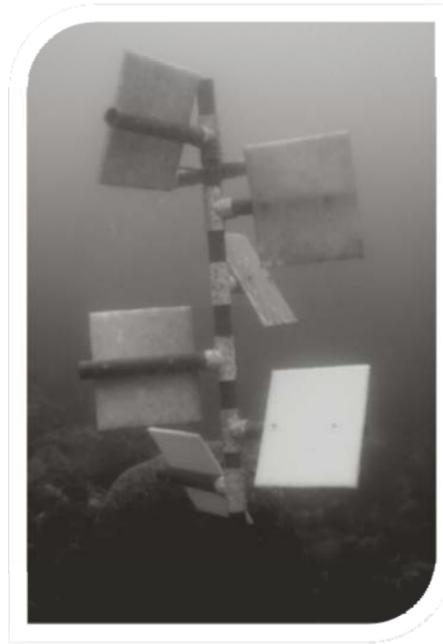


Figura 3. Estructura con placas artificiales sumergidas

La colecta de las placas artificiales se realizó en 3 salidas de campo durante agosto, septiembre y octubre del 2007; las placas fueron colocadas en junio del 2007. La recuperación de las placas se realizó manualmente ayudado con el equipo autónomo (SCUBA), para depositarlas bajo el agua en bolsas de plástico herméticamente cerradas. En tierra, se rasparon las placas con

espátulas de plástico, recolectando los organismos en frascos de plástico y preservándolos con etanol al 70%, para su traslado a la FES Iztacala. Es importante aclarar que en la salida de agosto (2007) se muestrearon los seis sitios en los dos sectores; sin embargo, en la salida de septiembre solamente se pudieron muestrear los sitios Blanca e Isla de En medio y, Galleguilla e Isla Verde en la salida de octubre. Estas variaciones en la recolecta de los macrocrustáceos se debió a la presencia de perturbaciones ambientales como lo fue el huracán Dean (categoría 5) y vientos del norte en el PNSAV.

### **c) Trabajo de gabinete**

Los crustáceos recolectados se identificaron en el Laboratorio de Crustáceos (FES Iztacala) a nivel específico con ayuda de microscopios estereoscópicos y ópticos, y de acuerdo a las claves específicas y protocolos propuestos en cada uno de los órdenes de peracáridos reconocidos. La jerarquización taxonómica de filo hasta orden fue con base en Martin y Davis (2001). Los nombres de los anfípodos fueron validados de acuerdo a Barnard y Karaman (1991), LeCroy (2000, 2001), y Ortiz *et al.* (2002). Los isópodos fueron identificados con las claves de Kensley y Schotte (1989). La clave de Suárez-Morales *et al.* (2004) se utilizó para la identificación de los tanaidáceos; además, los decápodos se identificaron con las claves de Abele y Kim (1986). Para el reconocimiento de las especies o géneros de los crustáceos se utilizaron las características morfológicas básicas: mandíbula, maxilas, labio y maxilípedos,

además de los apéndices (antenas, anténulas, telson, gnatópodos, pleópodos, pereiópodos y urópodos), y los patrones de distribución de las setas y espinas. En los casos en que los organismos estuvieran incompletos o rotos, la identificación se realizó hasta género.

#### **d) Procesamiento de datos**

Con los datos organizados por cada especie, familia y orden, se elaboró una base de datos actualizada de los macrocrustáceos en el PNSAV, finalmente se elaboraron mapas de distribución de estos organismos en dicho parque. Para reconocer los registros nuevos y las ampliaciones geográficas de los organismos identificados se realizó por medio de búsqueda bibliográfica y se integraron con la información de publicaciones recientes.

La abundancia fue calculada como el número de individuos de las dos placas artificiales por cada sitio de muestreo. Los datos de abundancia se transformaron a densidad de organismos por placa, expresada como número de organismos por metro cuadrado ( $n \cdot m^{-2}$ ). Para obtener la dominancia de las especies recolectadas, fundamentada en la frecuencia de ocurrencia y la densidad de cada especie, se utilizó la prueba de Olmstead y Tukey (Sokal y Rohlf, 1988) mediante un gráfico de cuadrantes que indica las especies dominantes, estacionales, comunes y raras en cada sitio de muestreo. En dicha

prueba se graficó el porcentaje de la frecuencia de ocurrencia de las especies, contra el logaritmo natural de la abundancia relativa o densidad. Se obtienen las medias aritméticas de cada parámetro y se ubican en los ejes X y Y; además, se trazan líneas perpendiculares en el cuerpo de la gráfica. Las especies dominantes, son aquellas que presentan la densidad y la frecuencia mayor a ambas medias. Las constantes presentan densidades menores a la media y la frecuencia mayor a la media. Las ocasionales son las que presentan densidad mayor a la media y frecuencia menor a la media. Las raras presentan densidades y frecuencias menores a ambas medias.

## Resultados

### 1) Composición faunística

Se cuantificaron un total de 6410 organismos de macrocrustáceos encostrantes, agrupados taxonómicamente en 5 órdenes, 20 familias y 27 especie.

Filo Arthropoda

Subfilo Crustacea Brunnich, 1772

Clase Maxillopoda, Dahll, 1956

Subclase Thecostraca, Gruvel, 1905

Superorden Thoracica, Darwin, 1854

Orden Sessilia Lamarck, 1818

Familia Balanidae Leach 1817

1.- *Balanus eburneus* Gould, 1841

Clase Malacostraca Latreille, 1802

Subclase Eumalacostraca Grobben, 1892

Superorden Peracarida Calman, 1904

Orden Amphipoda Latreille, 1816

Suborden Gammaridea Latreille, 1803

Familia Ischyroceridae Stebbing, 1899

2.- *Erichthonius brasiliensis* (Dana, 1953)

Familia Lysianassidae Dana, 1849

Subfamilia Lysianassinae Dana, 1849

3.- *Lysianopsis* cf. *alba* Holmes, 1903

4.- *Concarnes concavus* (Shoemaker, 1933)

Familia Ampithoidae Stebbing, 1899

5.- *Ampithoe ramondi* Audouin, 1828

6.- *Ampithoe* sp.

Familia Colomastigidae Stebbing, 1899

7.- *Colomastix irciniae* Lecroy, 1995

Familia Isaeidae Dana, 1853

8.- *Photis pugnator* Shoemaker, 1945

Familia: Corophiidae Dana, 1948

Subfamilia Corophiinae Bousfield & Hoover, 1997

9.- *Apocorophium simile* (Shoemaker, 1934)

- 10.- *Corophium* sp.  
 Familia Stenothoidae Boeck, 1871  
 11.- *Stenothoe* sp.  
 Familia Melitidae Bousfield, 1973  
 12.- *Elasmopus* sp.  
 Familia Leucothoidae Dana, 1852  
 13.- *Leucothoe* sp.  
 Familia Podoceridae Leach, 1814  
 14.- *Podocerus brasiliensis* Dana, 1853  
 Orden Isopoda Latreille, 1817  
 Familia Stenetriidae Hansen, 1905  
 15.- *Hansenium stebbengi* Richardson, 1902  
 Orden Tanaidacea Dana, 1849  
 16.- *Tanais* sp.  
 Familia Leptocheilidae Lang, 1973  
 17.- *Leptocheilia forresti* (Stebbing, 1905)  
 Familia Tanaidae Dana, 1849  
 18.- *Zeuxo* cf. *kurilensis* (Kussakin & Tzareva, 1974)  
 19.- *Sinelobus stanfordi* Richardson, 1901  
 Superorden Eucarida Calman, 1904  
 Orden Decapoda Latreille, 1802  
 Familia Alpheidae Rafinesque, 1815  
 20.- *Synalpheus rathbunae* Coutière, 1909  
 21.- *Synalpheus towsendi* Coutière, 1909  
 Familia Pilumnidae Samouelle, 1819  
 22.- *Pilumnus gemmatus* Stimpson, 1860  
 Familia Mithracidae Blass, 1929  
 23.- *Mithrax sculptus* (Lamarck, 1818)  
 24.- *Mithrax cinctimanus* (Stimpson, 1860)  
 Familia Palaemonidae Rafinesque, 1815  
 25.- *Periclimenes* sp.  
 Familia Hippolytidae Dana, 1852  
 26.- *Lautretes fucorum* (Fabricius, 1798)  
 Familia Majidae  
 27.- Larva Majide

a) **Patrones de abundancia y distribución espacial de los macrocrustáceos encostrantes.**

1) **Patrón general**

1.a **Órdenes de macrocrustáceos en el Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano.**

El **PNSAV** presentó 5 órdenes: Sessilia con 5057 individuos (equivalente al 79%), Tanaidacea con 1233 individuos (equivalente al 19%), Decapoda con 26 individuos (equivalente al 0.4%) y Amphipoda con 93 individuos (equivalente al 1.5%) e Isopoda con 1 individuo (equivalente al 0.1%) (Fig 4); (Tabla 1).

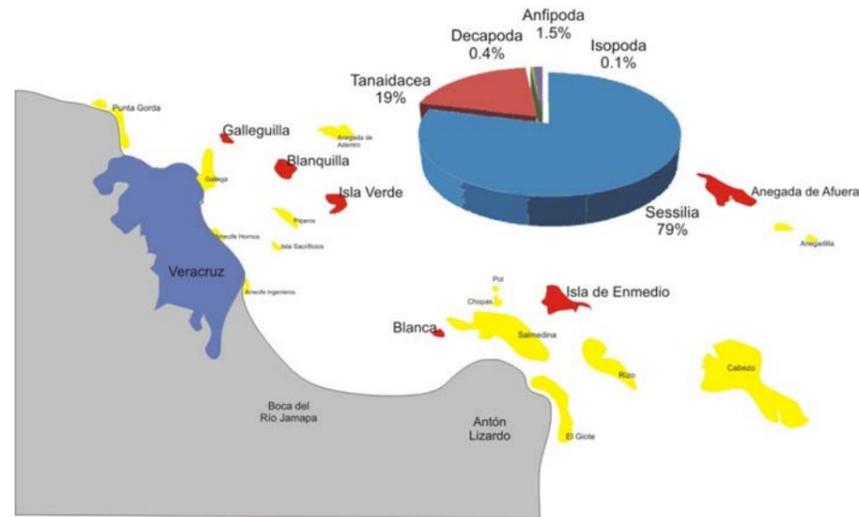


Figura 4.- Porcentaje de abundancia de los órdenes de macrocrustáceos encostrantes en el PNSAV.

### 1.b Órdenes de macrocrustáceos por sectores.

El **sector norte** presentó 4 órdenes: Sessilia con 5047 individuos (equivalente al 79%), seguido de Tanaidacea con 1232 individuos (equivalente al 19%), Amphipoda con 50 individuos (equivalente al 1%) e Isopoda con 1 individuos (equivalente al 0.1%)

El **sector sur** presentó 4 órdenes, Amphipoda fue el más abundante con 14 org (equivalente al 48%) (Fig 5); (Tabla 1).

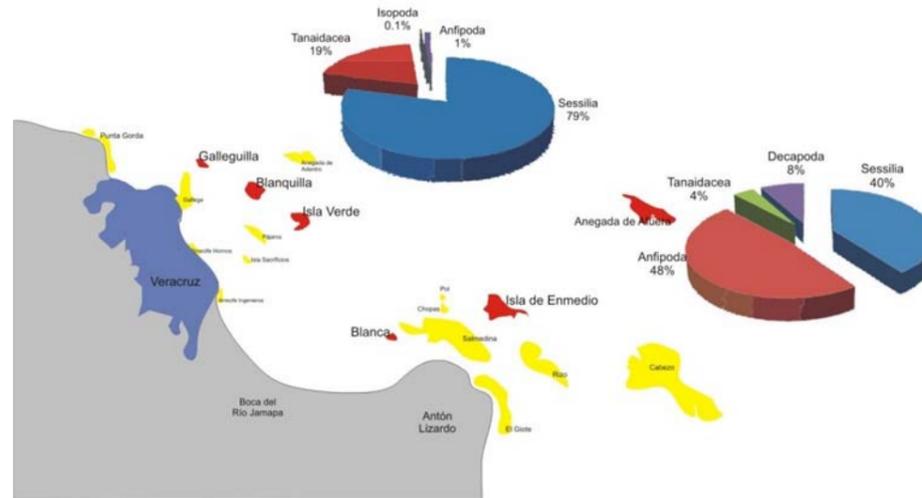


Figura 5.- Porcentaje de abundancia de los órdenes de macrocrustáceos encostrantes de cada sector del PNSAV.

### 1.c Abundancia por especies.

En el PNSAV, *B. eburneus* (Sessilia) estuvo representado por 5057 individuos, seguido de *L. forresti* (Tanaidacea) con 1231 individuos, y los anfípodos *A. ramondi* con 45 individuos, *E. barasiliensis* con 27 individuos y *Ampithoe* sp. con 9 individuos, consecutivamente por los decápodos *S. rathbunae* con 7 individuos, *S. towsendi*, *P.gemmatus* y *M. cinctimanus*, todos representados por 4 individuos cada uno (Tabla 1).

Tabla 1.- Especies de macrocrustáceos encostrantes con los valores de abundancia total y por sector del PNSAV.

Orden	Especies	Agosto		Septiembre		Octubre		total	
		SN	SS	SN	SS	SN	SS		
Sessilia (5057 ind)	<i>Balanus eburneus</i>	205	6	-	4	4842	-	5057	
Amphipoda (93 ind)	<i>Erichthonius brasiliensis</i>	1	-	-	-	26	-	27	
	<i>Lysianopsis cf. alba</i>	-	-	-	-	1	-	1	
	<i>Concarnes concavus</i>	-	-	-	2	-	-	2	
	<i>Ampithoe ramondi</i>	3	-	-	4	35	-	45	
	<i>Ampithoe sp.</i>	2	5	-	2	-	-	9	
	<i>Colomastix ircinae</i>	2	-	-	-	-	-	2	
	<i>Photis pugnator</i>	-	-	-	-	1	-	1	
	<i>Apocorophium simile</i>	-	-	-	-	1	-	1	
	<i>Corophium sp.</i>	1	-	-	-	-	-	1	
	<i>Stenothoe sp.</i>	-	-	-	-	1	-	1	
	<i>Elasmopus sp.</i>	-	-	-	1	-	-	1	
	<i>Leucothoe sp.</i>	1	-	-	-	-	-	1	
	<i>Podocerus brasiliensis</i>	1	-	-	-	-	-	1	
	Isopoda (1 ind)	<i>Hansenium stebbingi</i>	-	-	-	-	1	-	1
	Tanaidacea (1233 ind)	<i>Tanais sp.</i>	-	1	-	-	-	-	1
		<i>Leptochelia forresti</i>	-	-	-	-	1231	-	1231
Decapoda (26 ind)	<i>Zeuxo cf. kurilensis</i>	1	-	-	-	-	-	1	
	<i>Sinelobus stanfordfi</i>	1	-	-	-	-	-	1	
	<i>Synalpheus rathbunae</i>	-	-	-	-	7	-	7	
	<i>Synalpheus towsendi</i>	-	-	-	-	4	-	4	
	<i>Pilumnus gemmatus</i>	1	-	-	-	3	-	4	
	<i>Mithraculus cinctimanus</i>	-	-	-	-	4	-	4	
	<i>Mithraculus sculptus</i>	-	-	-	-	1	-	1	
	<i>Periclimenes sp.</i>	1	-	-	-	1	-	2	
	<i>Lautretes fucorum</i>	-	2	-	-	-	-	2	
	Majidae	-	-	-	-	1	-	1	
	<b>27 spp.</b>	<b>220</b>	<b>14</b>	<b>0</b>	<b>13</b>	<b>6160</b>	<b>0</b>	<b>6410</b>	

## **b) Patrones de abundancia y distribución temporal de los macrocrustáceos encostrantes.**

### **2.1) Agosto**

El sector norte fue el más abundante y con mayor biodiversidad, incluyó un total de 14 especies agrupadas en 4 órdenes (Amphipoda, Tanaidacea, Decapoda y Sessilia), con 223 organismos, Galleguilla fue el sitio más abundante con 10 especies agrupadas en 3 órdenes (Amphipoda, Decapoda y Sessilia) con 216 organismos. A diferencia, el sector sur fue el menos biodiverso con 4 especies agrupadas en 3 órdenes (cuales) con un total de 28 organismos. La especie dominante en ambos sectores fue *Balanus eburneus*.

#### **a) Sector norte**

**Galleguilla** presentó 4 órdenes: Sessilia con 205 individuos (equivalente al 95%), seguido de Amphipoda con 8 individuos (equivalente al 4%), Decapoda con 2 individuos (equivalente al 1%) y finalmente Tanaidacea con 1 individuo (equivalente al 0.1%). Se obtuvo una riqueza específica de 10, con una densidad de 720 n·m<sup>-2</sup>

**Blanquilla** presentó 1 organismo del orden Amphipoda.

**Isla Verde** presentó el orden Amphipoda con 2 individuos (equivalente al 67%) y Tanaidacea con 1 individuo (equivalente al 33%), Se obtuvo una riqueza específica de 2 con una densidad de 10 n·m<sup>-2</sup> (Fig 6; Tabla 2).

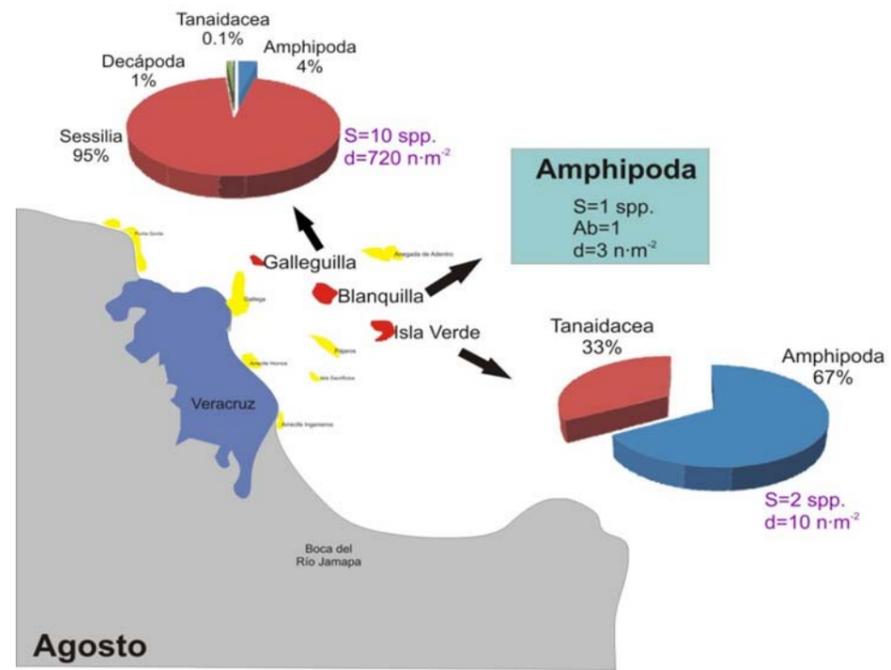


Figura 6.- Mapa donde se muestra la abundancia densidad y riqueza específica, de cada sitio de muestreo en el sector norte (agosto 2007).

**b) Sector sur**

**Blanca:** presentó 2 órdenes, Sessilia con 6 individuos (equivalente al 55%) y Amphipoda con 5 individuos (equivalente al 45%). Se obtuvo una riqueza específica de 2 con una densidad de  $37 \text{ n}\cdot\text{m}^{-2}$ .

**Isla de En medio:** presentó una especie de Decápodos con una abundancia de 2 y una densidad de  $7 \text{ n}\cdot\text{m}^{-2}$ .

**Anegada de Afuera:** presentó un organismo del orden Tanaidacea. (Fig 7, Tabla 2).

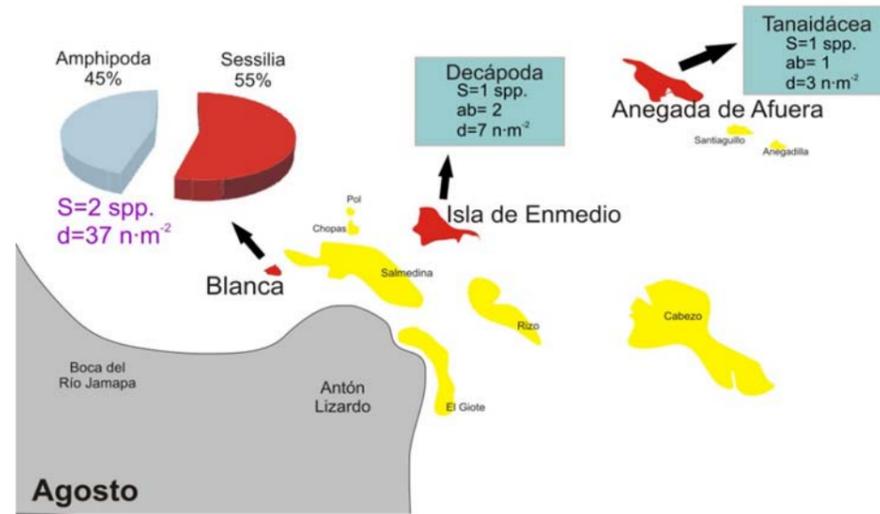


Figura 7.- Mapa donde se muestra la abundancia densidad y riqueza específica, de cada sitio en el sector sur (agosto 2007).



## 2.2 Septiembre

### a) Sector sur

Se recolectaron cinco especies agrupadas en dos órdenes (Sessilia y Amphipoda). El sitio más biodiverso fue Blanca con 3 especies y 10 organismos, seguido de Isla de Enmedio con dos especies de anfípodos. Este orden fue el más dominante y con mayor número de especies en este sector durante septiembre (tabla 3).

**Blanca:** presentó 2 órdenes, Amphipoda con 6 individuos (equivalente al 60%) seguido de Sessilia con 3 individuos (equivalente al 40%), el sitio presentó una densidad de  $33 \text{ n}\cdot\text{m}^{-2}$ .

**Isla de Enmedio:** presentó solamente el orden Amphipoda, con dos especies, 3, y una densidad de  $10 \text{ n}\cdot\text{m}^{-2}$  (Fig 8; Tabla 3).

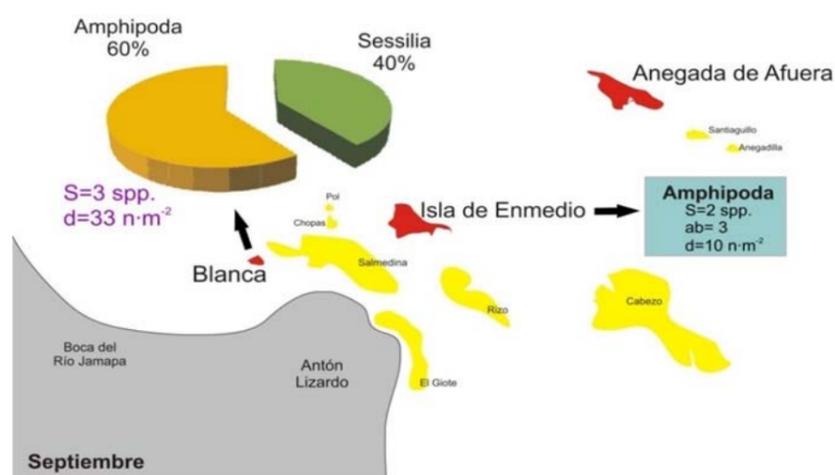


Figura 8.- Mapa donde se muestra la abundancia; densidad y riqueza específica, de cada sitio de muestreo en el sector sur, septiembre 2007.

Tabla 3.- Especies de macrocrustáceos encostrantes y valores de abundancia y densidad en el sector sur (septiembre, 2007).

Orden	Especies	Blanca		I. de Enmedio	
		Abundancia	n·m <sup>-2</sup>	Abundancia	n·m <sup>-2</sup>
<b>Sessilia</b>	<i>Balanus eburneus</i>	4	13		
<b>Amphipoda</b>	<i>Ampithoe</i> sp.	2	6		
	<i>Ampithoe ramondi</i>	4	13		
	<i>Concarnes concavus</i>			2	6
	<i>Elasmopus</i> sp.			1	3

Nota: El sector norte en este mes no fue colectado debido a las condiciones climáticas adversas.

### 2.3) Octubre

#### a) Sector norte

Fueron registrados los valores mayores de abundancia y riqueza de especies durante octubre con 22 especies, 5 órdenes y 5961 organismos. La especie más abundante fue *Balanus eburneus* con 4842 organismos, seguida de *Leptochelia forrestii* con 1031 organismos. El orden más biodiverso fue Amphipoda con 6 especies. Adicionalmente, Galleguilla representó el sitio con riqueza específica mayor (13 especies) y un total de 3596 organismos (Tabla 4).

**Galleguilla:** presentó 5 órdenes. Sessilia con 2715 individuos (equivalente al 74%), seguido del orden Tanaidacea con 811 individuos (equivalente al 23%), Amphipoda con 59 individuos (equivalente al 2%), Decápoda con 10 individuos (equivalente al 1%) y finalmente Isopoda con 1 individuo (equivalente al 0.1%) Se obtuvo una riqueza específica de 13 y una densidad de 11987 n·m<sup>-2</sup>.

**Isla Verde:** presentó 4 ordenes, Sessilia con 2127 individuos (equivalente al 82%), seguido de Tanaidacea con 420 individuos (equivalente al 16%) finalmente Amphipoda con 7 individuos y Decapoda con 19 individuos (equivalente al 1% cada uno). Se obtuvo una riqueza específica de 9 con una densidad de 8550 n·m<sup>-2</sup>. (Fig 9) (Tabla 4).

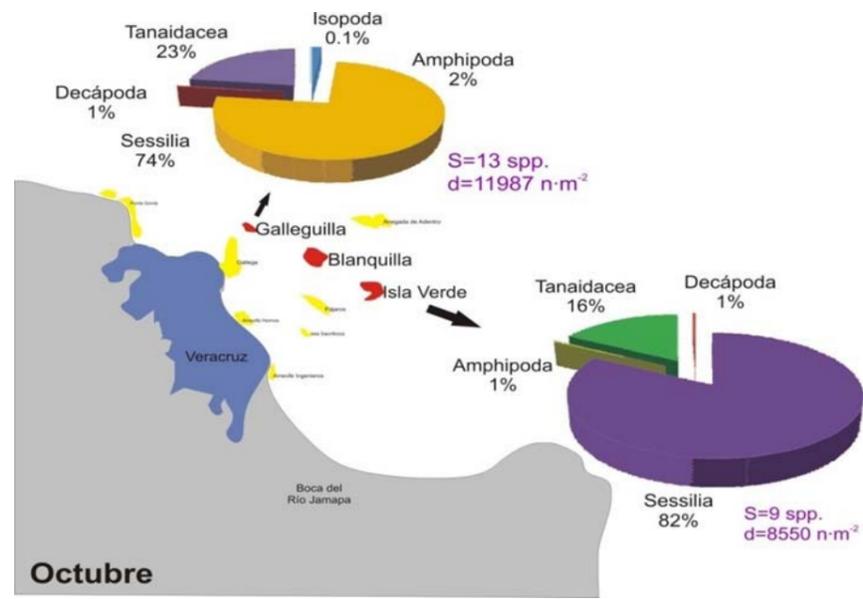


Figura 9.- Mapa donde se muestra la abundancia; densidad y riqueza específica, en cada sitio de muestreo en el sector norte, octubre 2007.

Tabla 4.- Especies de macrocrustáceos encostrantes y valores de abundancia y densidad en el sector norte (octubre, 2007).

orden	especies	Galleguilla		Isla Verde	
		Abundancia	n·m <sup>-2</sup>	Abundancia	n·m <sup>-2</sup>
<b>Sessilia</b>	<i>Balanus eburneus</i>	2715	9050	2127	7090
<b>Amphipoda</b>	<i>Ampithoe ramondi</i>	29	97	6	20
	<i>Apocorophium simile</i>	1	3		
	<i>Erichthonius brasiliensis</i>	26	87	1	3
	<i>Lysianopsis cf. alba</i>	1	3		
	<i>Photis pugnator</i>	1	3		
	<i>Stenothoe</i> sp.	1	3		
<b>Tanaidacea</b>	<i>Leptochelia forresti</i>	811	2705	420	1400
<b>Isopoda</b>	<i>Hansenium stebbingi</i>	1	3		
<b>Decapoda</b>	Larva Majidae			1	3
	<i>Mithraculus cinctimanus</i>	1	3	3	10
	<i>Mithraculus sculptus</i>	1	3		
	<i>Periclimenes</i> sp.			1	3
	<i>Pilumnus gemmatus</i>	1	3	2	7
	<i>Synalpheus rathbunae</i>	7	23		
	<i>Synalpheus towsendi</i>			4	13

Nota: el sector sur en octubre del 2007 no fue colectado debido a las condiciones climáticas adversas

## 2) Importancia relativa de las especies de macrocrustáceos encostrantes.

### 1) Patrón general de dominancia

La especie caracterizada como dominante dentro de los macrocrustáceos encostrantes fue *Balanus eburneus*, a diferencia de *Leptochelia forrestii*, caracterizada como ocasional. Las especies *Erichthonius brasiliensis*, *Ampithoe ramondi*, *Ampithoe* sp., *Pilumnus gemmatus* y *Periclimenes* sp., fueron caracterizadas como estacionales y, finalmente, como raras: *Mithraculus cinctimanus*, *Synalpheus rathbunae*, *Synalpheus towsendi*, *Colomastix ircinae*, *Concarnes concavus*, *Lautretes fucorum*, *Apocorophium simile*, *Corophium* sp., *Elasmopus* sp., *Stenetrium stebbingi*, *Leucothoe* sp., *Lysianopsis alba*, *Majidae*, *Mithraculus sculptus*, *Photis pugnator*, *Podocerus brasiliensis*, *Sinelobus stanfordfi*, *Stenothoe* sp., *Tanais* sp., y *Zeuxo kurilensis* (Fig. 10).

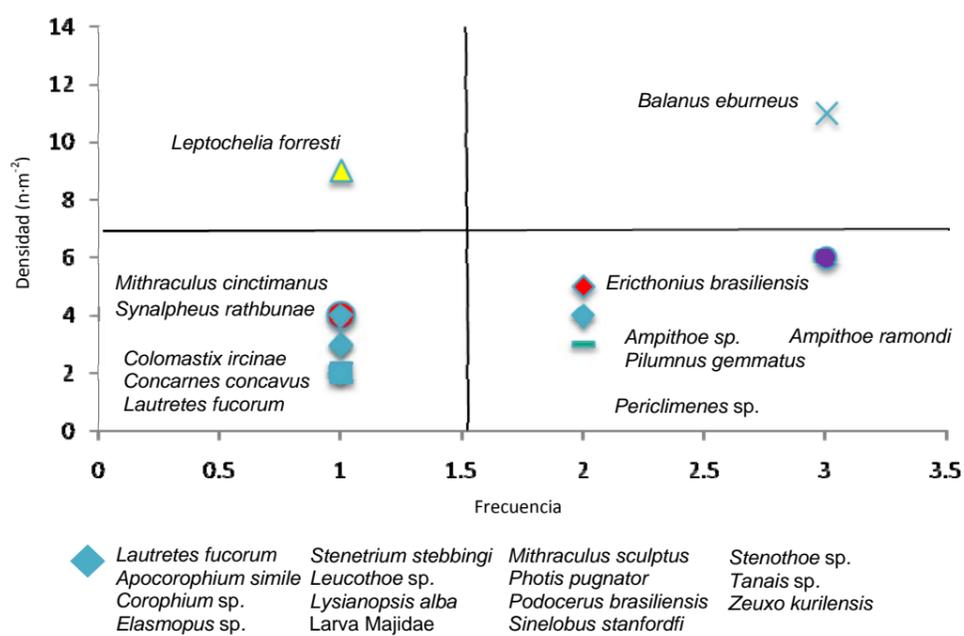


Figura 10.- Caracterización general de las especies de macrocrustáceos encostrantes en el PNSAV con base en la prueba de Olmstead & Tukey.

## 2) Patrón espacial de dominancia

### 2.a Sector norte

La especie caracterizada como dominante fue *Balanus eburneus*, *Leptochelia forrestii*, como ocasional; estacionales, *Ampithoe ramondi*, *Erichthonius brasiliensis*, *Pilumnus gemmatus* y *Periclimenes* sp.; como raras, *Mithraculus cinctimanus*, *Synalpheus rathbunae*, *Synalpheus towsendi*, *Ampithoe* sp. *Colomastix ircinae*, *Apocorophium simile*, *Corophium* sp., *Stenetrium stebbingi*, *Leucothoe* sp., *Lysianopsis alba*, *Majidae*, *Mithraculus sculptus*, *Photis pugnator*, *Podocerus brasiliensis*, *Sinelobus stanfordfi*, *Stenothoe* sp., *Zeuxo kurilensis* (Fig. 11).

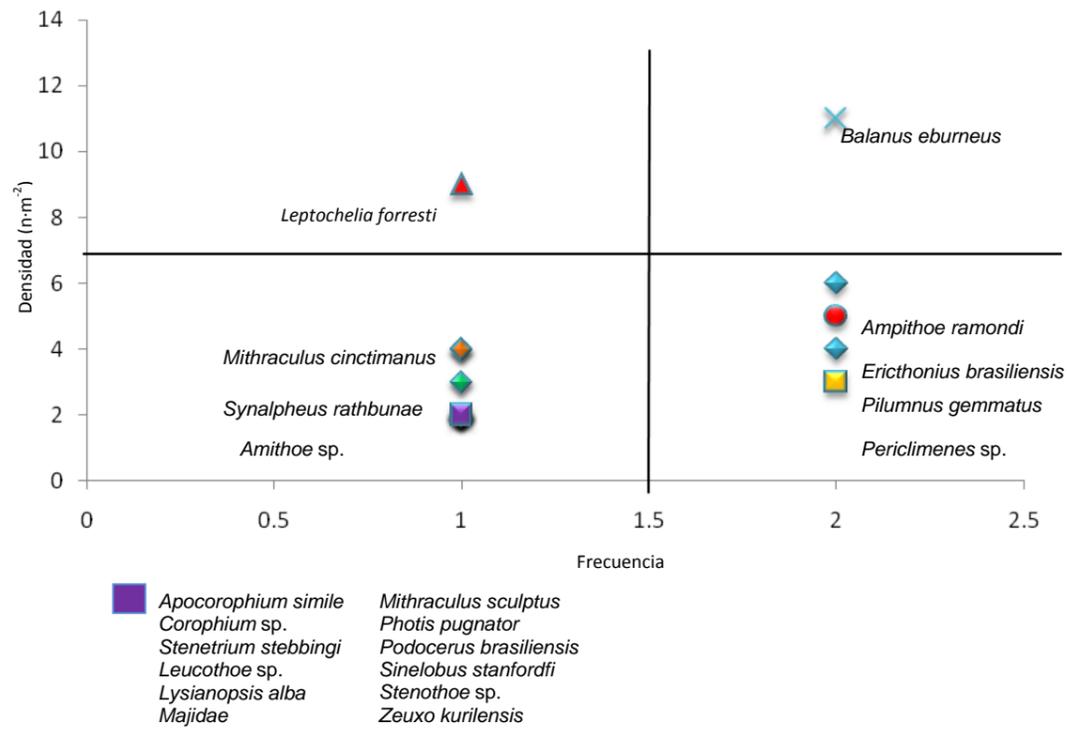


Figura 11.- Caracterización general de las especies de macrocrustáceos encostrantes en el sector norte con base en la prueba de Olmstead & Tukey.

Las especies caracterizadas como estacionales fueron; *Balanus eburneus* y *Ampithoe* sp. y, como raras, *Ampithoe ramondi*, *Concarnes concavus*, *Lautretes fucorum*, *Elasmopus* sp. y *Tanais* sp. (Fig. 12).

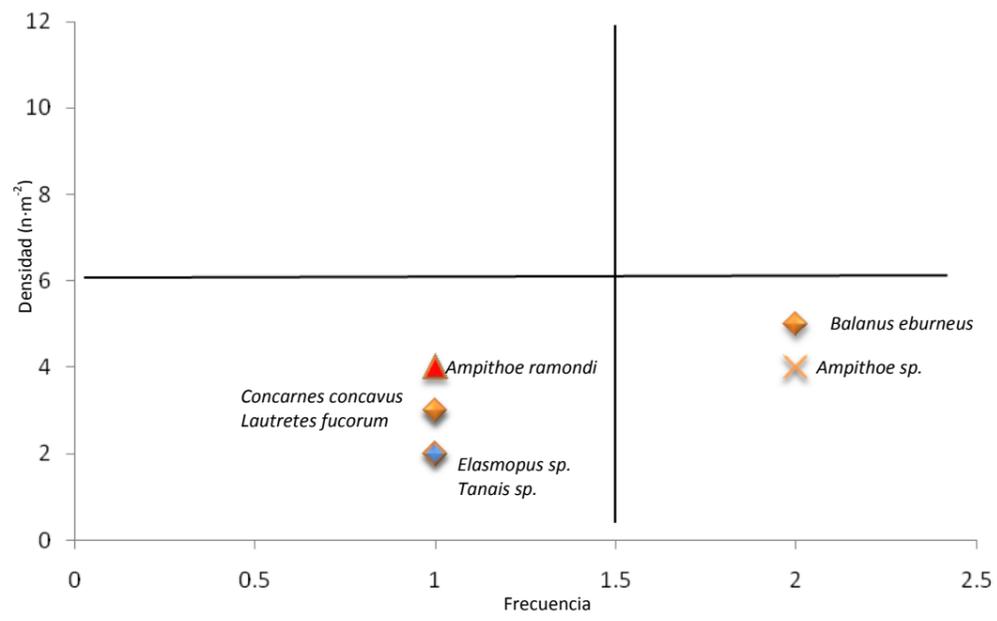


Figura 12.- Caracterización general de las especies de macrocrustáceos encostrantes en el sector sur con base en la prueba de Olmstead & Tukey

## 2.c Agrupación de las especies caracterizadas

Tabla 5.- Caracterización de las especies encontradas en cada uno de los sitios de muestreo

Sitio	Órdenes	Dominantes	Estacionales	Ocasionales	Raras
Galleguilla	Sessilia	<i>Balanus eburneus</i>	<i>Erichthonius brasiliensis</i>		<i>Amphitoe</i> sp <i>Apocorophium simile</i> <i>Corophium</i> sp <i>Leucothoe</i> sp. <i>Lysianopsis alba</i> <i>Podocerus brasiliensis</i> <i>Stenothoe</i> sp. <i>Photis pugnator</i> <i>Hansenium stebbingi</i>
	Amphipoda		<i>Ampithoe ramondi</i>		<i>Mithraculus cinctimanus</i> <i>Mithraculus sculptus</i> <i>Periclimenes</i> sp. <i>Synalpheus rathbunae</i> <i>Sinelobus stanfordi</i>
	Isopoda Decapoda		<i>Pilumnus gemmatus</i>		
Isla Verde	Tanaidacea			<i>Leptocheilia forresti</i>	
	Sessilia Amphipoda			<i>Balanus eburneus</i>	<i>Ampithoe ramondi</i> <i>Erichthonius brasiliensis</i> <i>Colomastix ircinae</i> <i>Synalpheus towsendi</i> Larva Majidae <i>Periclimenes</i> sp <i>Mithraculus cinctimanus</i> <i>Pilumnus gemmatus</i> <i>Leptocheilia forresti</i> <i>Zeuxo cf. Kurilensis</i>
	Decapoda				
Blanquilla	Tanaidacea				<i>Amphitoe</i> sp.
	Amphipoda				<i>Elasmopus</i> sp
Isla de Enmedio	Amphipoda				<i>Lautretes fucorum</i>
	Decapoda				
Blanca	Sessilia		<i>Balanus eburneus</i>		<i>Ampithoe ramondi</i>
	Amphipoda		<i>Ampithoe</i> sp		
Anegada de Afuera	Tanaidacea				<i>Tanais</i> sp.

## **Discusión**

En ambientes marinos con sustratos duros, como el caso de los arrecifes de coral, los programas de monitoreo empleados incluyen algunas dificultades asociadas a los métodos de muestreo y a la colecta de organismos, así como a la utilización de diferentes técnicas de muestreo que destruyen estos ecosistemas. De forma alternativa, se han propuesto programas de monitoreo fundamentados en el uso de sustratos sumergidos para determinar la riqueza de especies, los patrones de distribución, los valores de abundancia, las extensiones en el ámbito geográfico, y los parámetros comunitarios de los macrocrustáceos encostrantes (Winfield *et al.*, 2007).

En este estudio, la asociación de macrocrustáceos encostrantes representó un componente importante en los sustratos sumergidos durante las etapas tempranas en el proceso de colonización (Biofouling). Estos organismos estuvieron representados por 26 especies, organizadas en cinco órdenes, todos pertenecientes al subfilo Crustacea.

### **a) Registros nuevos y ampliación en el ámbito geográfico de los macrocrustáceos encostrantes.**

Este estudio contribuyó con siete ampliaciones del ámbito geográfico en el Golfo de México, y tres registros nuevos para los macrocrustáceos que habitan el Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano.

**Orden Amphipoda**

*Colomastix ircinia* Lecroy, 1995

Especie característica de arrecifes coralinos de Florida y cayos adyacentes, se encuentra asociada a restos de coral y conchas, sobre algas, raíces de mangle y praderas marinas, sobre esponjas del género *Ircinia* y corales de la especie *Madracis decatis*. Se encuentra a una profundidad entre 1- 36 m. (LeCroy *et al.* 1995)

Distribución: se ha registrado en el noreste y sureste del Golfo de México, Cuba y Belice.

Su colecta en el PNSAV representa una ampliación en el ámbito geográfico de la especie para el Golfo de México.

*Concarnes concavus* (Shoemaker, 1933)

Organismo bentónico que se encuentra asociado en arrecifes de coral y sustratos suaves. Habita en profundidades entre los 0 – 80 m, y a los 256 m.

Distribución: se ha registrado para los sectores suroeste, sureste y noroeste del Golfo de México.

Su colecta representa un nuevo registro de la especie para el Golfo de México.

*Lysianopsis cf. alba* Holmes, 1903

Especie epibentónica que habita en ambientes lagunares estuarinos, en pastos marinos y en ambientes someros con sustratos suaves.

Distribución: se ha registrado para el sector sureste del Golfo de México, y el norte del Mar Caribe.

Su colecta representa una ampliación en el ámbito geográfico para el Golfo de México

*Photis pugnator* Shoemaker, 1945

Organismo epibentónico que habita entre los 3-54m de profundidad, se encuentra asociado a sustratos suaves.

Distribución: Se ha registrado en el noroeste del Atlántico, y sectores suroeste y sureste del Golfo de México.

Su colecta representa un nuevo registro de la especie para el PNSAV.

#### **Orden Isopoda**

*Stenetrium stebbingi* (Richardson, 1902)

Especie epibentónica que habita entre 0.5 a 50m de profundidad

Distribución: se ha registrado para las Bermudas, Cayos de Florida, Bahamas, Islas Turks y Caicos, Cuba, Jamaica, Islas Vírgenes, Carrie Bow Cay y Belice.

Su colecta representa un registro nuevo para el Golfo de México y una ampliación en el ámbito geográfico para el mar inter-americano.

#### **Orden Tanaidacea**

*Sinelobus stanfordi* H. Richardson, 1901

Especie característica de fondos suaves, plancton marino, algas, asociada a invertebrados gelatinosos.

Distribución: Se ha reportado para el Caribe mexicano y Quintana Roo.

Su colecta representa un registro nuevo de la especie para el Golfo de México.

*Zeuxo cf. kurilensis* (Kussakin & Tzareva, 1974)

Especie que habita en ambientes someros, raíz de mangle, asociado a invertebrados y plancton.

Distribución: Se ha reportado para el Caribe mexicano y Quintana Roo.

Su colecta representa un registro nuevo de la especie para el Golfo de México.

**Orden Decapoda**

*Synalpheus rathbunae* Coutière, 1909

Especie que habita sobre coral, pastos marinos, esponjas, y raíces de mangle.

Distribución: Se ha reportado para el Cayos Arcas, Campeche, Isla Mujeres y Bahía de Ascensión Quintana Roo.

Su colecta representa un registro nuevo de la especie para el Golfo de México.

*Pilumnus gemmatus* Stimpson, 1860

Especie que habita sobre fondos duros y suaves, pastos marinos y restos de coral,

Distribución: Se ha reportado para el noreste, noroeste del Golfo de México, Dry tortugas, Culebra, Islas Vírgenes y Curazao.

Su colecta representa un nuevo registro de la especie para el PNSAV.

### **b) Composición de especies de los macrocrustáceos encostrantes**

La importancia de los macrocrustáceos dentro de los sistemas arrecifales ha sido documentada con base en la riqueza de especies, la abundancia, y en el papel que tienen dentro de las redes tróficas (Thomas, 1993).

En este estudio se cuantificó un total de 6437 organismos, agrupados taxonómicamente en 5 órdenes, 20 familias y 26 especies de macrocrustáceos encostrantes: Amphipoda con la riqueza de especies mayor (13 spp.), seguido por Decapoda con 9 especies, Tanaidacea con 3 especies, e Isopoda y Sessilia con 1 especie cada uno.

El número de especies registradas en este estudio es menor a las registradas por Winfield *et al* (2007), donde cuantificaron un total de 33 especies de macrocrustáceos encostrantes, distribuidos en 28 especies de anfípodos, 12 isópodos, 2 tanaidáceos y 1 cumáceo. Esta diferencia en el número de especies y en la composición de órdenes de crustáceos puede ser atribuida a la diferente cobertura de muestreo en el parque arrecifal, al material utilizado en las placas, y a las perturbaciones atmosféricas que ocasionaron la pérdida de placas durante el presente estudio.

Se ha documentado que los órdenes Amphipoda, Isopoda y Tanaidacea constituye un grupo de crustáceos importantes en los sistemas arrecifales, principalmente en la Gran Barrera Arrecifal de Australia (Barnard, 1991; Lowry & Stoddart, 1997), en los arrecifes de Florida y cayos adyacentes (Thomas, 1993), y en el Caribe mexicano (Winfield & Escobar-Briones, 2007); además, la riqueza de especies alta se atribuye a la gran cantidad de microhábitats presentes en el ambiente arrecifal (restos de coral, coral vivo, pastos marinos, y la asociación con esponjas y anémonas, entre otros), hecho consistente en este estudio. Un aspecto adicional, es que los autores referidos indican que varias especies de anfípodos constituyen organismos hiperbentónicos; es decir, organismos bentónicos que realizan incursiones en la columna de agua con fines reproductivos y de alimentación en periodos de horas, incorporándose a la comunidad de macrocrustáceos encostrantes.

La abundancia total de los macrocrustáceos encostrantes en el PNSAV fue dominada por los balanos (79%), seguida por los tanaidáceos (19 %), los anfípodos (1.5 %), los decápodos (1.1 %), y los isópodos con el 0.2 %. A nivel específico, *Balanus eburneus* representó la especie con abundancia

mayor en el PNSAV con 5057 individuos, seguida de *Leptochelia forrestii* con 1231 individuos, *Ampithoe ramondi* con 45 individuos, *Erichthonius brasiliensis* con 27 individuos y, finalmente, *Ampithoe* sp., con 9 individuos. Las especies restantes de macrocrustáceos variaron en el intervalo de 7 a 1 individuos. Estos valores de abundancia, corroboraron las estimaciones hechas por la prueba de dominancia relativa (Olmstead & Tukey), donde se caracterizó a *B. eburneus* como dominante (frecuencia y abundancia altas), *L. forrestii* como ocasional (frecuencia baja y abundancia alta), *E. brasiliensis*, *Ampithoe* sp., *A. ramondi*, *P. gemmatus* y *Periclemenes* sp., como estacionales (frecuencia alta y abundancia baja). Las demás especies se ubicaron en el cuadrante de las especies raras (frecuencia y abundancia bajas).

La biología de los balánidos se ha caracterizado por ser indirecta; es decir, presentan un desarrollo larvario dividido en dos estadios: como larva *nauplio*, la cual forma parte del zooplancton flotando en aguas someras, y como larva *cypris* que se hunde hasta el fondo y se fija al sustrato por medio de glándulas cementarias situadas en la base de las primeras antenas. La larva *nauplio* pasa por 6 etapas de metamorfosis antes de convertirse en *cypris*, la cual representa la etapa de establecimiento y fijación. Una hembra ovígera de balánido puede liberar hasta 13000 larvas, las cuales requieren para su fijación rugosidad en el sustrato, profundidad somera y una capa bacteriana previa en el sustrato, además de los patrones de circulación en el ambiente marino (Barnes, 1988; Brusca & Brusca, 1990). Las características de estos organismos son corroboradas en este estudio, con 5057 individuos registradas, además de ser dominante con una distribución amplia fundamentado en sus características biológicas y a su resistencia alta a los contaminantes.

La especie de tanaidáceo *Leptochelia forrestii* se ha caracterizado biológicamente como ocasional (frecuencia baja y abundancia alta) con una abundancia de 1231 organismos. El patrón corporal de los tanaidáceos es variable, está relacionado con la diversidad y estilos de vida, comúnmente asociados con la construcción de tubos en el sedimento u otros sustratos. Se encuentran en hábitats dulceacuícolas, salobres y marinos, y se distribuyen desde la zona intermareal hasta el mar profundo, donde muchos componentes de este grupo tienen más abundancia y riqueza específica conforme mayor profundidad. Los representantes de este grupo pueden ser considerados como indicadores potenciales de contaminación, ya que contienen especies sensibles y menos tolerantes a la disminución de oxígeno, al incremento de materia orgánica y a las variaciones de la temperatura y salinidad (Dauvin & Gentil, 1990). En este estudio, este tanaidáceo presentó pulsos estacionales y una distribución localizada en zonas particulares, fundamentadas en sus características biológicas y, particularmente, a los tiempos específicos anuales en la reproducción.

Diferentes autores (cf., LeCroy, Ortiz, Thomas, Marti, Winfield, entre otros) han documentado la distribución amplia en la zona costera mexicana del Golfo de México y del Mar Caribe de las especies de anfípodos *E. brasiliensis*, *Ampithoe* sp., y *A. ramondi*; fundamentado en su adaptabilidad a intervalos amplios de parámetros fisicoquímicos, su tasa reproductiva alta, a que pueden incursionar en cualquier microhábitat de fondos suaves y sustratos duros, así como a su comportamiento como hiperbentos. Hechos, que de manera tentativa, pudiesen relacionarse en este estudio, con la premisa de ser comprobados en estudios posteriores mediante proyectos enfocados en un muestreo más extensivo y con mayor duración.

### **c) Distribución espacio-temporal de los macrocrustáceos encostrantes**

El PNSAV es un ambiente carbonatado con gran influencia continental atribuida a la descarga de río Jamapa, y a los aportes orgánicos derivado del desarrollo urbano, agrícola e industrial del puerto de Veracruz (Jordan-Dhalgren, 2004). Todas estas descargas afectan el entorno arrecifal, particularmente durante la época de lluvias provocando una reducción significativa en la transparencia del agua y en la precipitación de estos materiales sobre el fondo, cubriendo corales y otros organismos sésiles de las comunidades coralinas. Además, las descargas fluviales también acarrearán gran cantidad de diversos tipos de contaminantes urbanos, agrícolas e industriales, que son liberados en la cuenca de captación de esos sistemas fluviales (Jordán-Dahlgren, 2004).

Colateralmente, los corales del PNSAV fueron utilizados intensivamente como material de relleno en la construcción de diversas obras portuarias, además de que el dragado para la apertura de canales de navegación el cual se realiza de 6 a 8 meses para permitir el paso de los buques cargueros, ha significado una constante remoción de sedimentos que impide la penetración de la luz y que ha provocado la muerte de organismos (Pérez, 1989, Horta-Puga, 2007). Los sólidos resuspendidos por el dragado son distribuidos por las corrientes locales dentro de los arrecifes, donde se acumulan sobre los corales; además, los hidrocarburos constituyen otro contaminante importante dentro de los ambientes acuáticos y transportados por las corrientes marinas dentro del PNSAV (Horta-Puga, 2007). Es importante considerar en zonas litorales y sublitorales, que la estructura de las

comunidades bentónicas, las especies y la abundancia relativa, pueden variar de acuerdo con los cambios espacio-temporales de ciertos parámetros fisicoquímicos (Alexander *et al.* 1981). Adicionalmente, Las variaciones de la matriz ambiental influyen en la distribución de las especies de los organismos debido al impacto en la biología de cada una en diferentes aspectos (Vemberg y Vemberg, 1978). Particularmente, en el caso de los macrocrustáceos encostrantes marinos, se ha comprobado que las variaciones en las condiciones fisicoquímicas marinas pueden afectar la supervivencia larval y de estadios adultos y pre – post, ya que se requieren condiciones marinas estables (García & Reste, 1987).

Los patrones de circulación en el PNSAV han sido estudiados de manera reducida, debido a los pocos investigadores enfocados a esta región de la plataforma continental de Veracruz. Recientemente, Salas-Monreal (2009, en prensa) propuso un modelo de circulación general del PNSAV, donde señala la presencia de 2 giros ciclónicos pequeños: uno frente a la desembocadura del río Jamapa, y el otro al norte del arrecife Anegada de Afuera, en el sector sur; así como un flujo neto de la circulación superficial en dirección NO, donde estos giros producen afloramientos, que consisten en el transporte de nutrientes del fondo hacia la superficie y producen zonas de alta productividad pesquera (Fig 12).

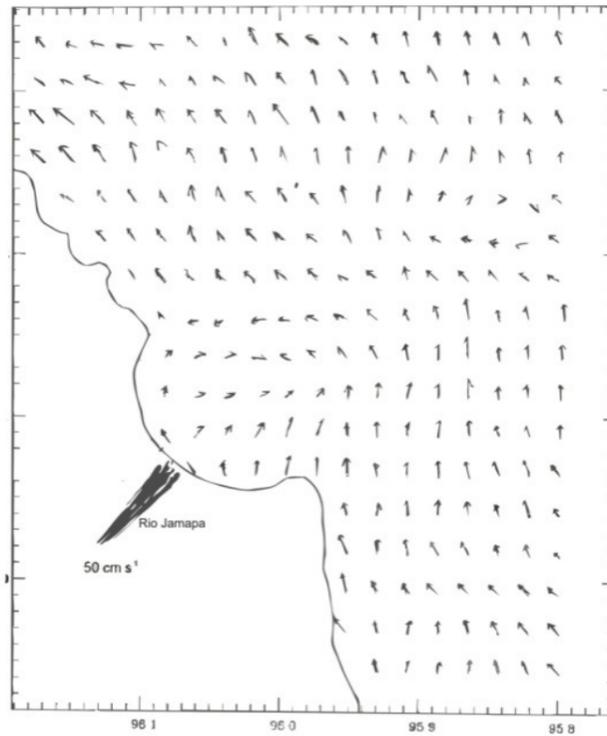


Figura 12.- Modelo de circulación presente en el PNSAV (Salas-Monreal, 2009 en prensa)

Esta tendencia con el flujo neto de circulación, es consistente con los resultados de este estudio, debido a que la mayor cantidad de macrocrustáceos encostrantes con presencia de estadios larvales, o presencia de organismos hiperbentónicos, se distribuían con mayor incidencia, además de tener valores altos de abundancia en el sector norte, particularmente en las zonas cercanas a Hornos, Isla Verde y Blanquilla.

Horta-Puga & Ramírez-Palacios (1996), Morlán-Cahue & Opengo-Piña (2005), y Horta-Puga (2007), han reportado gradientes de descargas

industriales, hoteleras y doméstica,s y altas concentraciones de metales pesados desde Hornos a Blanca dentro del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano, basado en la circulación superficial y la distancia de la línea de costa. La abundancia y distribución de los organismos encontrados en este estudio, pudo verse afectada por estos factores, aunado a la técnica de muestreo, material de las placas, el tiempo en el que las placas estuvieron sumergidas, y en la época del año en el que fue realizado.

Las tormentas tropicales y los huracanes son otras perturbaciones atmosféricas muy comunes en el Golfo de México (Horta-Puga, 2007). Muchas de estas se forman en el Caribe y se encuentran presentes en el oeste del océano Atlántico tropical. La fuerza que presentó el Huracán Dean (categoría 5) en el PNSAV en agosto de 2007, hizo que las placas artificiales sumergidas fueran movidas o destruidas, esto a su vez ocasionó que la colecta de organismos fuera incompleta en los meses de Septiembre y Octubre (2007).

Este trabajo contribuyó en el conocimiento de la biodiversidad de los macrocrustáceos encostrantes en México y, particularmente del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano, con un incremento en la información biológica para el Golfo de México. Particularmente, y fundamentado con la hipótesis de trabajo, si se encontró una variación espacial y temporal de los macrocrustáceos colectados en el PNSAV, siendo el sector norte el más abundante y el que presentó una mayor diversidad de organismos.

## Conclusiones

- En este estudio se cuantificó un total de 6437 organismos, agrupados taxonómicamente en 5 órdenes, 20 familias y 26 especies de macrocrustáceos encostrantes: Amphipoda con la riqueza de especies mayor (13 spp.), seguido por Decapoda con 9 especies, Tanaidacea con 3 especies, e Isopoda y Sessilia con 1 especie cada uno.
- Mediante la prueba de Olmstead-Tukey, se pudo clasificar que en el SAV la especie *Balanus eberneus* fue dominante, mientras que *Leptochelia forrestii* fue clasificada como ocasional, las especies *Erichthonius brasiliensis*, *Ampithoe ramondi*, *Ampithoe* sp., *Pilumnus gemmatus* y *Periclimenes* sp., fueron caracterizadas como estacionales; finalmente, raras; *Mithraculus cinctimanus*, *Synalpheus rathbunae*, *Synalpheus towsendi*, *Colomastix ircinae*, *Concarnes concavus*, *Lautretes fucorum*, *Apocorophium simile*, *Corophium* sp., *Elasmopus* sp., *Stenetrium stebbingi*, *Leucothoe* sp., *Lysianopsis alba*, *Majidae*, *Mithraculus sculptus*, *Photis pugnator*, *Podocerus brasiliensis*, *Sinelobus stanfordi*, *Stenothoe* sp., *Tanais* sp., y *Zeuxo kurilensis*.
- De las 27 especies caracterizadas, siete de ellas fueron ampliaciones del ámbito geográfico en el Golfo de México, y tres especies fueron registros nuevos de macrocrustáceos encostrantes que habitan en el Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano.

**Anexo Fotográfico**

Especies encontradas en el PNSAV

1.- *Balanus eburneus* Gould, 18412.- *Ericthonius brasiliensis* (Dana, 1953)3.- *Lysianopsis cf. alba* Holmes, 19034.- *Ampithoe ramondi* Audouin, 18285.- *Ampithoe* sp.6.- *Colomastix irciniae* Lecroy, 1995



7.- *Elasmopus* sp.



8.- *Podocerus brasiliensis* Dana, 1853



9.- *Stenetrium stebbingi* Richardson, 1902



10.- *Tanais* sp.



11.- *Leptochelia forresti* (Stebbing, 1905)



12.- *Zeuxo* cf. *kurilensis* (Kussakin & Tzareva, 1974)



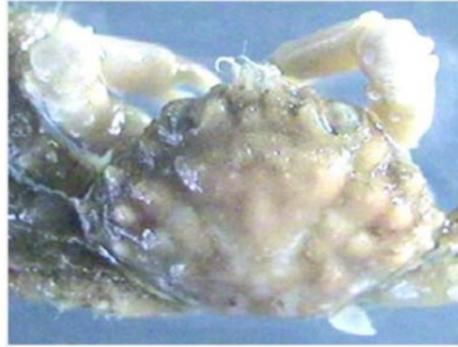
13.- *Synalpheus rathbunae* Coutière, 1909



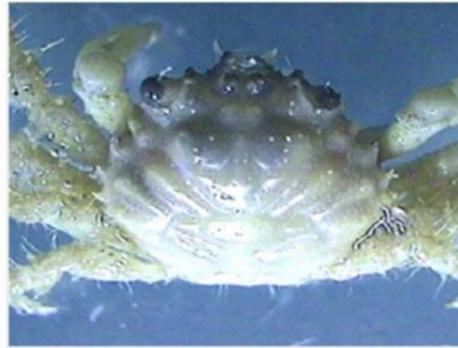
14.- *Synalpheus towsendi* Coutière, 1909



15.- *Pilumnus gemmatus* Stimpson, 1860



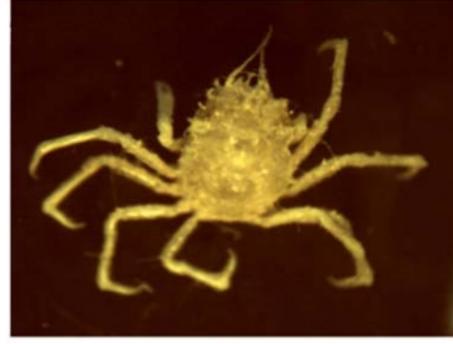
16.- *Mithrax sculptus* (Lamarck, 1818)



17.- *Mithrax cinctimanus* (Stimpson, 1860)



18.- *Periclimenes* sp.

19.- *Lautretes fucorum* (Fabricius, 1798)

20.- Larva Majide

\*Las especies faltantes, no pudieron ser fotografiadas debido a su estado de conservación, algunas de ellas presentaron deterioro y al momento de ser manipuladas para llevar a cabo la identificación.

## Literatura Citada

- Abarzua S. & Jakubowski S. 1995.** Biotechnological investigation for the prevention of biofouling. I. Biological and biochemical principles for the prevention of biofouling. *Marine and Ecological Progress Series*, **123**: 301-312.
- Abele, L. G. y W. Kim, 1986.** An Illustrated guide to de Marine Decapod Crustaceans of Florida. State of Florida Department of Enviromental Regulation, Technical Series, 8 (1 y 2): 1-760
- Arresti, A., J.C. Iturrondubeitia y A.Rallo 1987.** Estudio ecológico de los anfípodos (Amphipoda) del Abra de Bilbao. *Cuad. Invest. Biol.* 10:51-88
- Álvarez, F., Winfield, y S. Chazado-Olvera. 2000.** Population study of the land hopper *talitroides topitotum* (Crustacea: Amphipoda: Talitridae) in central Mexico. *Journal of Natural History*. 34:1619-1624.
- Allison D.G. 2003.** The biofilm matrix. *Biofouling*, **19**(2): 139-150.
- Alexander, S. K., P. N. Boothe, R. W. Flint, C. S. Giam, J.S. Holland, G. Neff, W. E. Pequegnat, P. Powel, N. N. Rabalais, J. R. Schwarz, P. J. Szanislo, C. Venn, D. E. Wohlschlang y R. Yoshiyama. 1981. Benthic Biota.** En; Flint, W. R. y N. N. Rabalais (Eds). *Environmental Studies of a Marine Ecosystem (South Texas Outer Continental Shelf)*, pp. 86-136, University of Texas Press, Austin, Texas.
- Bâcescu, M. 1971.** New Cumacea from littoral waters of Florida (Caribbean Sea). *Trav. Mus.Hist. Nat. "Grigore Antipas".*, 11:5-23.
- Barnard, J.L. & G.S. Karaman 1991.** The families and genera of marine Gammaridean Amphipoda (except marine Gammaroids). *Records of the Australian Museum*, Supplement 13, Parts I and II. 866 pp.
- Brusca, R.C. y Brusca, G.J.1990.** Invertebrates. Sinauer Associates. 922pp.
- Bowman, T.E. & H.E. Grüner. 1973.** The families and Genera of Hyperiidea (Crustacea: Amphipoda). *Smithson. Contrib. Zool.*, No. 146. Smithson. Inst. Press. Wash., 64 p.
- Chávez, E. A., E. Hidalgo, y M.I. Sevilla 1970.** Datos acerca de las comunidades bentónicas del arrecife de Lobos, Veracruz. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural.*, 31: 211-280.
- Chávez, E. A., E. Hidalgo, y M.A. Izaquirre, 1985.** A comparative análisis of Yucatán coral reef. *Proc. 5th int. Coral Reef. Cong. Thaití.* 6:355-361.

- Chace, F., 1992.** On the Classification of the Caridea (Decapoda). *Crustaceana* 63(1): 70-80.
- Cházaro-Olvera S., Winfield I., Ortiz M. & Álvarez F. 2002.** Peracarid crustaceans from three inlets in the southwestern Gulf of Mexico: new records and range extensions. *Zootaxa*, **123**: 1-16.
- De la Lanza, E.G y Tovilla H. 1986.** Taxonomía y Distribución de Pastos Marinos. Universidad y Ciencia, Vol. 3, No. 6.
- Donath-Hernández, 1987.** Distribución de los cumáceos (Crustácea: Peracarida) de la bahía de Todos los Santos, Baja California, México. *Cienc. Mar.*,13(4):35-52
- Escobar-Briones. E y Winfield. I. 2003.** Checklist of the benthic Gammaridae and Caprellidea (Crustacea: Peracarida: Amphipoda) from the Gulf of Mexico. Continental shelf and slope. *Belgian Journal to Zoology*. 133 (1):37-44.
- Escobar-Briones. E. Winfield. I. Ortiz, M., Gasca, R. y E. Suárez. 2002.** Amphipoda. *En*: Llorente. J. y J.J. Monrrone (Eds.) Biodiversidad. Taxonomía y Biogeografía de Artrópodos de México. Hacia una síntesis de su conocimiento. Vol. III. 1ª. Ed. Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la Biodiversidad. UNAM Cap. 17. pp. 342-371.
- Escobar-Briones, E. G., y L.A. Soto. 1988.** Mysidacea from Terminos Lagoon Southern Gulf of Mexico, and Description of a New Species of *Taphromysis*. *Journal of Crustacean Biology*. 8(4):639-655.
- Escobar- Briones y Soto. 1991.** Biogeografía de los Misidáceos (Crustacea: Peracarida) del Golfo de México. *Caribbean Journal of Science*. 27(1-2): 80-89.
- Escobedo, B. C. 1994.** Algunos aspectos ecológicos de las comunidades Bentónicas del Superorden Peracarida (Crustacea: Malacostraca) en la plataforma continental del Golfo de México en el Otoño de 1990. Tesis Profesional, ENEP Iztacala. UNAM, México. 75 pp.
- Emery, K.O. 1963.** Arrecifes coralinos en Veracruz, Mexico. *Geofísica Internacional* 3(1): 11-17.
- García, S. y L. Le Reste. 1987.** Ciclos vitales, dinámica, explotación y ordenación de las poblaciones de camarones peneidos costeros. *FAO, Doc. Tec.*, 203: 1-180
- Gradiner, L.F. 1975.** The systematics, postmarsupial development and ecology of the deep-sea Family Neotanaidae. *Smithson. Contrib. Zool.* No. 170. Smith. Inst. Press. Wash., 265 p.

- Goreau, T.F., N.I. Goreau & T.J. Goreau.** 1979. Corals and coral reefs. *Sci. Am.* 241: 728-734.
- Hernández, R.** 1982. Algunos resultados del estudio de corrientes en la bocanada del Puerto de Veracruz, Ver. Dirección General de Oceanografía. Secretaría de Marina. México.
- Horta-Puga G., G. Barba., M. Tello.** 1997. The Veracruz Ref. System in the Gula of México: An Environmental Review. (Resúmenes) Simposio Ecosistemas Acuáticos de México. Cd. México 21 pp.
- Horta-Puga G.** 2007. Environmental Impacts. En: Coral Reefs of Southern Gulf of Mexico (J.W. Tunnell, E. Chávez & K. Withers eds.), Chapter 14, Texas A&M University Press: Texas. In press.
- Jackson, J.B.C.** 1997. Reefs since Columbus. *Coral Reefs* 16: S23-S32.
- Jordan, E., 1979.** Estructura y composición de arrecifes coralinos en la región noreste de la península de Yucatán, México. *An. Centro de Ciencias del Mar y Limnología.* Universidad Nacional Autónoma de México.
- Jordan-Dahlgren, E.** 1993. El ecosistema Arrecifal Coralino del Atlántico Mexicano. *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat. Mexico* (XLIV) 157-175 pp.
- Lara, M., C. Padilla, C.A. García y J.J. Espejel.** 1992. *Coral reefs of Veracruz, México. Zonation and Community Structure.* Proc. Seventh Intern. Coral Reefs Symp. Guam.
- LeCroy S.** 2000. An illustrated identification guide to the nearshore marine and estuarine gammaridean Amphipoda of Florida. Vol 1. *U.S. Environmental Protection Agency, WM724:* Florida. 195 pp.
- Lowry, J.K. & H. E. Stoddart.** Amphipoda, Crustacea IV. Families Aristidae, Cyphocarididae, Endeavouridae, Lysianassidae, Scopelocheiridae, Uristidae. *Memoirs of the Hourglass Cruises*, 10 (1):1-148.
- Nienhuis, P. H.** 1986. Background levels the heavy metals in mine tropical seagrass species in Indonesia. *Mar. Poll. Bull.* 17(11): 508-511.
- Marechal J.P., Hellio C., Sebire M. & Clare A.** 2004. Settlement behavior of marine larvae measured by EthoVision 3.0. *Biofouling*, 20(4/5):211 – 217.
- McKinney, L.D.** 1978. Amphilochidae (Crustacea: Amphipoda) from the western Gulf of México and Caribbean sea. *Gulf Res. Rep.*,6(2):137-144

- Moore, D.R.**, 1958. Notes on Blanquilla ref., the most northerly coral formation in the western Gulf of México. *Publ. Inst. Mar. Sci. Univ. Texas*, 5:151-155.
- Olivia-Rivera, J.J.** 2003. The Amphipod fauna of Bancoi Chinchorro. Quintana Roo. Mexico with ecological notes. *Bulletin of Marine Science*. 73 (1):77-89.
- Ogle, J. T., R. W. Heard & Sieg, J.** 1982. Tanaidacea (Crustacea:Peracarida) of the Gulf of Mexico. I. Introduction and a annotated bibliography of Tanaidacea previously reported from the Gulf of Mexico. *Gulf res. Resp.* 7:101-104.
- Oliva-Rivera, J.J. & M.S. Jiménez-Cueto** (1992) Anfípodos bentónicos (Crustácea: Peracarida) de la reserva de la biosfera de Sian Ka'an, Quintana Roo, México. Vol, II, Pp. 170-195 In: Navarro, D. & E. Suárez-Morales, eds., *Diversidad biológica de la reserva de la biosfera de Sian Ka'an*, Quintana Roo, México.
- Ortiz, M. Chazaro S. e. I. Winfield.** 2001. A new amphipod crustacean of the genus *Hastorius* (Gammaridea: Haustoriidae) from the East coast of Mexico. *Avicenna*. 14:53-59.
- Ortiz M., Álvarez F. & Winfield I.** 2002. *Caprellid Amphipods: Illustrated key for the genera and species from the Gulf of Mexico and the Caribbean Sea*. UNAM-FESI: Mexico. 89 pp.
- Ortiz, M. Martin, A. Winfield, I. Diaz, Y. y D. Atienza.** 2005. Anfípodos (Crustacea: Gammaridea): *Clave gráfica para la identificación de las familias, géneros y especies marinas y estuarinas del Atlántico occidental tropical*. Editorial, Universidad Nacional Autónoma de México. FES Iztacala. 170 p.
- Ortiz, M.** 1979. Contribución al estudio de los anfípodos (Gammaridea) del Mediterraneo Americano. *Revista de Investigaciones Marinas, Serie8* (45): 1-16.
- Pequegnat, W.E., B.J. Gallaway & L.H. Pequegnat** 1990. Aspectos of the ecology of the deep-water fauna of the Gulf of Mexico. *American Zoologist*, 30:45-64.
- Pérez-Hernández, A.** 1989. Composición, zoogeografía y presión ambiental de la ictiofauna del sistema arrecifal veracruzano. Tesis de licenciatura. Univ. Veracruzana. 86p. 8 anexos.
- Perkol-Finkel S., Shashar N., Barneah O., Ben-David-Zaslow R., Oren U., Reichart T., Yacabovich T., Yahel G., Yahel R. & Benayahu Y.** 2005. Fouling reef communities on artificial reefs: Does age matter? *Biofouling*, 21(2): 127-140.

- Reaka-Kudla, M.L.** 1997. The global biodiversity of coral reefs: a comparison with rain forests, pp. 83-108. *In* M.L. Reaka-Kudla, D. E. Wilson & E. O. Wilson (eds). Biodiversity II: understanding and protecting our biological resources. National Academy Press. Washington, DC.
- Richmond, R.H.** 1993. Coral reefs: present problems and future concerns resulting from anthropogenic disturbance. *Am. Zool.* 33: 524-536.
- Richmond M.D. & Seed R.** 1991. A review of marine macrofouling communities with special reference to animal fouling. *Biofouling*, 3: 151-168.
- Saura, F.** 1991. El arrecife de coral. Serbal. España. 18-45, 67-69 p.
- Schram, F.R.** 1986. Relationships within Eumalacostracan Crustacean. *Trans. San Diego Soc. Nat. Hist.*, 20 (16):301-312.
- Schotte, M. & Kensley, B.** 1989. Guide the marine Isopod. Crustaceans of the Caribbean. Smithsonian Institution Press: Washington 308pp.
- Sokal, R. y F. J. Rohlf.** 1988. *Biometría*. Interamericana, México, 587 pp.
- Stuck, K., Perry, H., y Heard, R.** 1979. Records and range extensions of Mysidacea from coastal and shelf waters of the eastern Gulf of Mexico. *Gulf Research Report*. 6 (3): 239-248.
- Stuck, K., Perry, H., y Fish, G.** 1980. New records of Hyperiidea (Crustacea: Amphipoda) from the North Central Gulf of Mexico. *Gulf Research Report*. 6 (4): 359-370.
- Suarez-Morales, E y Reid, J. W.** 1996. Ampliación de ámbito de dos copépodos (Crustacea: Copepoda) de aguas continentales en la Península de Yucatán, México. *Revista de Biología Tropical*. 44 (2-b): 942-944
- Suarez-Morales, E. Heard, R., Garcia-Madrigal, S., Oliva-Rivera. J.J. y E. Escobar-Briones.** 2004 *Catálogo de los tanaidáceos (Crustácea: Peracarida) del caribe mexicano*. CONACYT-SEMARNAT-ECOSUR. 120 pp.
- Thomas J.D.** 1993. Identification manual for marine Amphipoda (Gammaridea): I common coral reef and rocks, bottom amphipods of south Florida. Final report DEP contract number SP290. Smith. Inst. Washington.
- Vázquez, C.** 1993. Corrientes marinas en el Puerto de Veracruz en febrero de 1980. Dirección General de Oceanografía. Secretaría de Marina. México.

- Vázquez-Domínguez, E., J. González-Cano & V. Arenas. 1998.** Áreas prioritarias marinas de uso de recursos, p. 127-150. *In* L. Arriaga Cabrera, E. Vázquez-Domínguez, J. González-Cano, R. Jiménez Rosenberg, E. Muñoz López & V. Aguilar Sierra (coords). Regiones prioritarias marinas de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México.
- Villalobos-Figueroa, A., 1971.** Estudios ecológicos en un arrecife coralino en Veracruz, México, p 531-545. *In*: Coloquio sobre investigaciones y recursos del Mar Caribe y Regiones Adyacentes UNESCO. 606 p.
- Vemberg, F. J. y W. B. Vemberg, 1978.** Adaptations to Extreme Environments. En : Vemberg, F. J. (Ed) Physiological Ecology of Estuarine Organisms. The Belle W. Baruch Library in marine Science N° 3. Columbia. South Carolina pp. 165-180.
- Winfield, I. 2005.** *Estudio* monográfico de los anfípodos bentónicos de la plataforma continental y el mar profundo del sector suroccidental del Golfo de México y del Canal de Cozumel. Tesis doctoral. ICMYL-UNAM 139p
- Winfield, I. y J. Franco 1992.** Algunas consideraciones ecológicas de *Discapseudes holthuisi* (Bacescu & Gutu. 1975). (Orden: Tanaidácea) de Sontecomapan. Ver. *Revista de Investigaciones Marinas*. 13 (3): 254-274.
- Winfield, I. y M. Ortiz. 2003.** Anfípodos: *Un enfoque biológico*. Editorial Universidad Nacional Autónoma de México. FES-Iztacala. México. 51 pp.
- Winfield, I. y E. Escobar-Briones. 2006.** Anfípodos (Crustacea: Gammaridea) Del sector norte del mar caribe: Listado Faunístico, registros nuevos y distribución espacial. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. Antes Anales del Instituto de Biología serie Zoológica en Prensa.
- Winfield, I., E. Escobar-Briones., y F. Álvarez. 2001.** Crustáceos peracaridos asociados a praderas de *Ruppia maritima* (Ruppiaceae) en el sistema lagunar de Alvarado. México. *Anales del Instituto de Biología Serie Zoológica*. 72 (1):29-41.
- Winfield, I., F. Alvarez y M. Ortiz. 2002.** A new species of *Anilocra* (Crustacea: Isópoda: Cymothoidae). Ectoparasitic on the mako shark *Isurus oxyrinchus*. *Proceedings of the Biological Society of Washington*. 115 (1): 148-152
- Winfield, I., E. Escobar-Briones., y J.J. Morrone. 2006.** Updated checklist and identification or areas of endemism of benthic amphipods (Capprellidea an Gammaridea) from offshore habitats in the SW of the Gulf of Mexico. *Scientia marina*. 70 (1):99-108.

**Winfield, I., E. Escobar-Briones.** 2007. Anfípodos (Crustácea: Gammaridea) del sector norte del Mar Caribe: listado faunístico, registros nuevos y distribución espacial. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 78: 51-61

**Winfield, I., Abarca-Arenas, L.G., y Cházaro-Olvera, S.** 2007. Crustacean Macrofoulers in the Veracruz coral reef system, SW Gulf of Mexico, Spatial distribution and diversity. *Cahiers de Biologie Marine*.48: 287-295.

**Wood, R.** 2001. Biodiversity and the history of reefs. *Geol. J.* 36: 251-263.

**Wells, S. M., 1988.** Coral reefs of the Works. Vol1. p. 203-223. *In: Atlantic and Eastern acific.* Prepared by the IUCN conservation monitoring centre. Cambridge, UK. In collaboration with the United Nations Environment Programme. 370 p.

**Yan T. & Yan W.X.** 2003. Fouling of offshore structures in China: a review. *Biofouling*, 19: 133-138.