

Caracterización de la Fauna Bentónica Asociada a Colectores de Postlarvas de Langosta (*Panulirus argus*)

ELVIA TERESA MENDOZA BARRERA y
MIGUEL A. CABRERA VÁZQUEZ

Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN Unidad Mérida
A.P. 73, C.P. 97310
Mérida, Yucatán, México

RESUMEN

Se determinó la estructura y composición, a nivel de grupos taxonómicos, de la comunidad bentónica asociada a colectores de postlarvas de langosta (*Panulirus argus*). El muestreo se realizó en la franja costera adyacente a los puertos de San Felipe y Río Lagartos, Yucatán, durante el período comprendido entre marzo de 1990 y febrero de 1991. La influencia de las fases lunares (cuarto creciente y luna nueva) las épocas climáticas (secas, lluvias y nortes), y ciertos factores abióticos (temperatura, salinidad, oxígeno disuelto y transparencia) fueron examinadas para evaluar su influencia en la abundancia de organismos en función del tiempo y el espacio.

Se encontró que la comunidad bentónica estuvo representada por 21 grupos taxonómicos entre los cuales destacan por su abundancia: Amphipoda, Isopoda, Harpacticoida, Decapoda, Archaeogastropoda, Tanaidacea, Polychaeta, Ostracoda, Ascidiacea, Pteronchida y Pycnogonida. Las abundancias más altas se presentaron durante la temporada de nortes, en las estaciones de muestreo situadas en ambientes típicamente marinos.

Se emplearon métodos paramétricos (ANOVA) y no paramétricos (Kruskal - Wallis y Mann - Whitney) para el análisis estadístico de las variaciones observadas en la abundancia de los organismos con respecto a los factores arriba señalados. Los resultados mostraron que existen diferencias significativas en las abundancias registradas entre las estaciones de muestreo y las temporadas climáticas, pero no entre las fases lunares. En cuanto a los factores abióticos se determinó que la temperatura, y en menor grado el oxígeno disuelto y la salinidad, son los factores con mayor influencia en la abundancia de estos grupos taxonómicos.

PALABRAS CLAVE: Colectores, *Panulirus argus*, macrobentos, Yucatán

Characterization of the Benthic Fauna Associated to Lobster Postlarvae Collectors (*Panulirus argus*)

ABSTRACT

The structure and composition of the benthic community caught by spiny lobsters postlarvae collectors (*Panulirus argus*) were studied. Sampling was conducted through March of 1990 and February of 1991, in the coastal zone adjacent to San Felipe and Rio Lagartos, Yucatan. The influence of the moon phases (first quarter and new moon), climatic seasons (dry, rains and north winds) and some abiotic factors (temperature, salinity, dissolved oxygen and transparency) on the variability of the abundance in space and time was studied.

The benthic community was constituted by 21 taxonomic groups. The most important by their abundance were: Amphipoda, Isopoda, Harpacticoida, Decapoda, Archeogastropoda, Tanaidacea, Polychaeta, Ostracoda, Ascidiacea, Pterconchida and Pycnogonida. The highest abundances were registered during the winter season, in the marine sampling stations.

The effect of moon phases, climatic seasons and abiotic factors on spatial and seasonal abundance of taxonomic groups was analyzed using parametric (ANOVA) and non parametric methods (Kruskal - Wallis and Mann - Whitney test). The results showed that significant differences exist in the abundances between sampled locations and climatic seasons, but not between lunar phases. The temperature, dissolved oxygen and salinity where the abiotic factors with the most influence in the abundance of these organisms.

KEY WORDS: Collectors, *Panulirus argus* , macrobenthos, Yucatan

INTRODUCCION

El estudio de los estadios larvarios, de prereclutas y de juveniles de algunas especies de crustáceos comerciales, ha sido determinante en la comprensión del proceso de reclutamiento en las pesquerías de estas especies. En la langosta, este fenómeno ha recibido apreciable atención, lo cual ha permitido identificar los factores de calidad ambiental que inciden sobre la abundancia y el asentamiento postlarval de estos organismos (Witham *et al.*, 1968; Phillips, 1972; Little y Milano, 1980; Beninger *et al.*, 1986; Salas *et al.*, 1991; Aguilar *et al.*, in press). Algunos autores han puesto énfasis en analizar la influencia de dichos factores en la abundancia de otros organismos bentónicos, con los cuales la langosta comparte el mismo hábitat en fases tempranas de su ciclo de vida

(Lalana y Pérez-Mareno, 1985; Lalana *et al.*, 1987).

La importancia de estudiar el bentos se basa en el hecho de que algunos de sus componentes representan la base alimenticia fundamental de la langosta (Marx y Herrkind, 1985). Debido a que el sustrato es un factor ecológico importante para el asentamiento de los organismos bentónicos, muchos estudios han contemplado el desarrollo de dispositivos artificiales de muestreo (denominados colectores) que permitan controlar este factor en condiciones naturales. Estos colectores han probado ser útiles para realizar estudios ecológicos y estimaciones cuantitativas y cualitativas relacionadas con el asentamiento del bentos en áreas costeras. De esta forma, se han utilizado como sustratos artificiales para coleccionar invertebrados bentónicos y para hacer estudios de colonización (Herrera-Moreno y Maurisset-Merino, 1980; Beninger *et al.*, 1986; Raimondi, 1990).

En los estudios de asentamiento de postlarvas de langosta (*Panulirus* sp.) se han construido y utilizado colectores de diversos tipos cuya función ha sido proveer un hábitat artificial que reemplace el sustrato donde se realizará el asentamiento de estos organismos (Witham *et al.*, 1968; Phillips, 1972 y Gutiérrez-Carbonell *et al.*, 1988). En su papel de refugios artificiales estos colectores ofrecen a las postlarvas protección, alimento y otras características necesarias para su desarrollo. Sin embargo, también son utilizados de igual forma por otros organismos bentónicos que comparten de manera natural su hábitat con ellas y por lo tanto, la abundancia de ambos va a estar regulada por los mismos factores bióticos y abióticos.

Para la zona de estudio se ha analizado de manera exploratoria el efecto de algunos factores ambientales en la abundancia de postlarvas de langosta (Salas *et al.*, 1991). Sin embargo en la Península de Yucatán no existen antecedentes donde bajo las mismas condiciones en tiempo y espacio se analice la influencia de estos factores en las fluctuaciones de los organismos bentónicos que junto con ellas colonizan estos colectores.

El objetivo del presente estudio es el de determinar, a nivel de grupos taxonómicos, la abundancia y composición del macrobentos que es capturado en colectores de postlarvas de langosta (*Panulirus argus*) y analizar los patrones espaciales y estacionales del asentamiento de estos organismos en estas estructuras así como evaluar los principales factores ambientales que lo regulan.

MATERIAL Y METODOS

El material biológico utilizado procede de muestras de la macrofauna bentónica capturada en colectores de postlarvas de la langosta espinosa,

Panulirus argus, utilizados durante un estudio de reclutamiento de esta especie (Salas *et al.*, 1991 y Aguilar *et al.*, en prensa), llevado a cabo en la franja costera adyacente a los puertos de San Felipe y Río Lagartos (Estado de Yucatán), entre los paralelos 21°30' y 21°32' de latitud norte y los meridianos 88°09' y 85°15' de longitud oeste (Figura 1). Los datos analizados abarcan un ciclo anual de muestreo comprendido entre marzo de 1990 y febrero de 1991.

Características Ecológicas del Área de Estudio

El área de estudio es particularmente importante para la pesquería de langosta espinosa, ya que es una zona natural de asentamiento y crecimiento de juveniles de esta especie (Salas *et al.*, 1991). Tiene una profundidad promedio de 3.0 m y la línea de costa esta cubierta por vegetación estuarina representada principalmente por *Rhizophora mangle* y *Avicennia germinans*. La vegetación acuática aunque está presente durante casi todo el año, varía en estructura y distribución y esta representada por *Thalassia testudinum*, *Syringodium filiforme*, *Euchema isiformis*, *Caulerpa* spp., *Acetabularia* spp., *Avrainvillea nigricans* y *Udotea flabellum*. En áreas donde la cobertura vegetal es escasa (parches aislados de *Thalassia* y *Euchema*), el substrato dominante esta constituido por arena y arena-roca. En las zonas donde la cubierta vegetal es extensa y densa (*Thalassia* y *Syringodium* principalmente), el substrato es fangoso y areno-fangoso. Se presentan tres estaciones climáticas bien definidas: secas (marzo a la primera quincena de mayo); lluvias (segunda quincena de mayo a septiembre) y nortes (octubre a febrero) (Herrera-Silveira, 1988). La temperatura anual promedio es de 27.6°C.

Disposición de Estaciones y Toma de Muestras

Se colocaron cinco estaciones de muestreo, considerando la extensión y las características del área estudiada. Dos estaciones fueron colocadas cercanas a la boca de la Ría de Lagartos, en una zona de transición estuario-mar (zona protegida), que está protegida de la acción directa de las corrientes marinas por la presencia de una berma (bajo de arena paralelo a la costa). El resto de las estaciones fueron ubicadas en una zona típicamente marina (no protegida), expuesta a la acción de las corrientes que corren paralelas a la costa en dirección este-oeste. Todas las estaciones fueron colocadas en profundidades entre 2 y 4 m. En la Tabla 1 se describen sus principales características ecológicas.

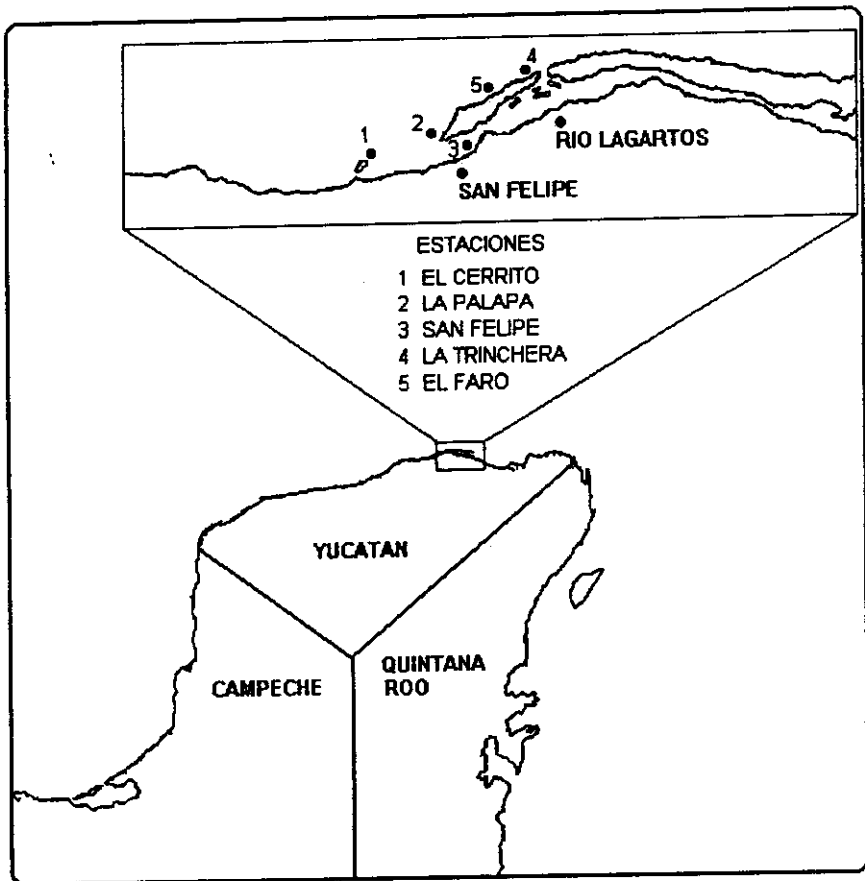


Figura 1. Mapa de la región costera adyacente a los puertos de San Felipe y Río Lagartos, Yucatán. Se muestra la ubicación de los sitios de muestreo. Las estaciones 1 y 3 fueron colocadas en una zona somera dentro de la Zona Protegida, en tanto que las restantes fueron situadas frente a la costa en la zona No Protegida. (modificada de Salas *et al.*, 1991)

Tabla 1. Ubicación y descripción de las características físicas y biológicas de los sitios de muestreo en la franja costera adyacente a los puertos de San Felipe y Río Lagartos, Yucatán. (Modificada de Salas *et al.*, 1991)

Est	Ubicación	Características Físicas	Características Biológicas
1	EL CERRITO - Situada al oeste de puerto de San Felipe, a 1 km frente a la costa y aproximadamente 300 m al norte de la "Isla El Cerrito".	Típicamente marina. Profundidad promedio de 2.12 m y temperatura promedio anual de 27.5 °C. La textura del sedimento es arenoso-migajonoso con bajo contenido de materia orgánica (1.68%) y alto porcentaje de arena (70.96%).	Substrato cubierto en un 90% por pastizales extensos de <i>Thalassia testudinum</i> y <i>Siringodium</i> spp., así como de <i>Caulerpa</i> spp. y <i>Euchemia isiformis</i> .
2	LA PALAPA - Localizada frente a Punta Nichilí a 1 km frente a la costa y 2 km al oeste de las escolleras y del canal de acceso a San Felipe.	Típicamente marina, pero con gran aporte salobre de la ría. Profundidad promedio de 2.26 m y temperatura de 27.7°C promedio anual. La textura del sedimento es Arenoso (91%) con bajo contenido de materia orgánica (0.46%).	Substrato rocoso arenoso. Cubierta vegetal abundante, parches de <i>Thalassia</i> y <i>Siringodium</i> . La asociación dominante es <i>Udotea flabellum</i> y <i>Halimeda incrassata</i> con manchones de <i>Penicillus capitatus</i> .

Tabla 1. (continued)

3	<p>SAN FELIPE - Ubicada dentro de la Ría de Lagartos a 1.5 km al este de San Felipe aldeaña a los manglares (<i>Avicennia</i> spp)</p>	<p>Area somera típicamente estuarina con 1 m de profundidad y 28°C de temperatura promedio. El sedimento presenta una textura areno-migajonosa, con alto contenido de materia orgánica (99%) y arena (88.7%).</p>	<p>Cubierta vegetal abundante con predominio de <i>Avrainvillea nigricans</i> y <i>Udotea flabellum</i></p>
4	<p>LA TRINCHERA - Localizada en el costado oriente del canal de acceso al puerto de Río Lagartos a 1 km frente a la costa</p>	<p>Típicamente marina con marcada influencia de la corriente este-oeste que corre paralela a la costa. Profundidad de 3 m y 27°C de temperatura anual promedio. El sedimento es netamente arenoso (94.8) y 0.28% de materia orgánica</p>	<p>Vegetación escasa, principalmente <i>Acetabularia</i> spp. y parches aislados de <i>Thalassia</i> y <i>Caulerpa</i> spp.</p>
5	<p>EL FARO. Situada a 1 km frente a la costa, entre las escolleras de San Felipe y Río Lagartos</p>	<p>Igual a la estación IV. El sedimento netamente arenoso (96.4%) y 0.4% de materia orgánica. Profundidad de 2.8 m y 27.8°C de temperatura promedio anual</p>	<p>Vegetación escasa y dispersa, principalmente <i>Acetabularia</i> spp. y parches aislados de <i>Thalassia</i> y <i>Caulerpa</i> spp.</p>

Los colectores se construyeron con base en el diseño propuesto por Gutiérrez-Carbonell et al. (1988). Se colocaron seis colectores por estación para un total de treinta colectores en la zona de estudio (Salas *et al.*, 1991; Aguilar *et al.*, en prensa). Fueron revisados un día después de las fases de cuarto creciente y luna nueva. En cada estación se tomaron muestras de la macrofauna bentónica que la cual fue preservada en formaldehído al 10% (neutralizado con tetraborato de sodio). Los organismos en cada muestra fueron contados y separados a nivel de grupos taxonómicos.

Simultáneamente, en cada estación se tomaron muestras de agua y se registró la temperatura, salinidad y transparencia del agua. El oxígeno disuelto se estimó por la técnica de Winkler (Strickland y Parsons, 1972).

La comparación estadística de la variabilidad observada en las abundancias medias de los 11 grupos más abundantes, fue analizada con un análisis de varianza paramétrico (datos log-transformados) considerando los promedios mensuales como réplicas. Se analizaron los siguientes factores: estaciones de muestreo (1, 2, 3, 4, 5) y estaciones climáticas (secas, lluvias y nortes). Cuando los datos no cumplieron con las pruebas de homocedasticidad, normalidad y correlación entre las medias y varianzas, se utilizó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis por rangos. Cuando se encontraron diferencias significativas entre las abundancias promedio anuales registradas entre las estaciones en relación a estos factores, se realizaron contrastes a posteriori (post hoc). En estos casos fueron empleadas las pruebas de LSD ("Least Significant Differences") y Scheffe (Zar, 1984). Se utilizó la prueba de Mann - Whitney para analizar la variabilidad de la abundancia entre fases lunares (cuarto creciente y luna nueva).

Se utilizó el análisis de regresión múltiple para probar si relación abundancia-factores bióticos fue significativa, usando los siguientes factores como variables descriptoras: temperatura, salinidad, oxígeno disuelto y transparencia. Para saber si la regresión en su conjunto fue significativa, se llevó a cabo un análisis de varianza probando la hipótesis nula (H_0) de que todas las variables independientes no tienen valor al explicar la variación en la abundancia de los grupos estudiados. Finalmente, para corroborar los resultados y conclusiones obtenidos del análisis anterior y considerando que aún con la transformación logarítmica de los datos de abundancia, las suposiciones de normalidad no se cumplieron, se realizó un análisis de correlación por rangos de Spearman. En todos los casos se estableció un nivel de ($\alpha = 0.05$ como la región de rechazo de H_0). Finalmente la matriz de correlaciones por rangos de Spearman fue utilizada para construir un dendrograma con la finalidad de encontrar afinidades entre los 11 grupos mas importantes mediante un análisis de

conglomerados (Sokal y Sneath, 1977).

RESULTADOS

Factores Abióticos

La temperatura del agua presentó un patrón típicamente estacional, oscilando entre 24.0°C. (enero) y 31.6°C. (julio) (promedio anual: 27.6°C.; Figura 2a). No se observaron grandes variaciones en la temperatura promedio anual por estación, siendo en este caso la diferencia entre la mínima y la máxima de 1°C.

La salinidad no mostró grandes variaciones, exceptuando noviembre y diciembre donde se obtuvieron los registros máximos (40.3‰) y mínimos (35.5‰) respectivamente (Figura 2b). El promedio anual estimado para toda la zona fue de 37.8‰. En general, las variaciones registradas entre estaciones no fueron notables, aunque el rango de variabilidad más grande se presentó en las estaciones marinas, especialmente en la estación 4.

Para el oxígeno se identificaron dos períodos bien definidos: el primero de marzo a septiembre, con la máxima concentración en junio (10.2 mg/l), y el segundo de septiembre a febrero, con la máxima en diciembre (9.1 mg/l). Las concentraciones mínimas se presentaron en septiembre (4.9 mg/l) (Figura 2c). El rango de variación entre estaciones fue mínimo, con excepción de la Estación 3 (estuarina) donde se registró una concentración promedio de 8.5 mg/l durante todo el ciclo. El promedio mensual más alto se registró en diciembre (13.3 mg/l), en esta misma estación.

Independientemente de la profundidad, la transparencia en las aguas de esta zona es total durante gran parte del año. Sin embargo, estas condiciones cambian al inicio de la estación de nortes, cuando la transparencia del agua disminuye notablemente por causa de este fenómeno. Si bien este comportamiento es generalizado para toda la costa del Estado de Yucatán, en la zona de transición o protegida (donde fueron colocadas las estaciones 1 y 3), la transparencia es de cerca del 90% durante todo el año. Esto tiene su origen en la protección proporcionada por la berma que amortigua toda la energía de las aguas causadas por la acción de corrientes y vientos.

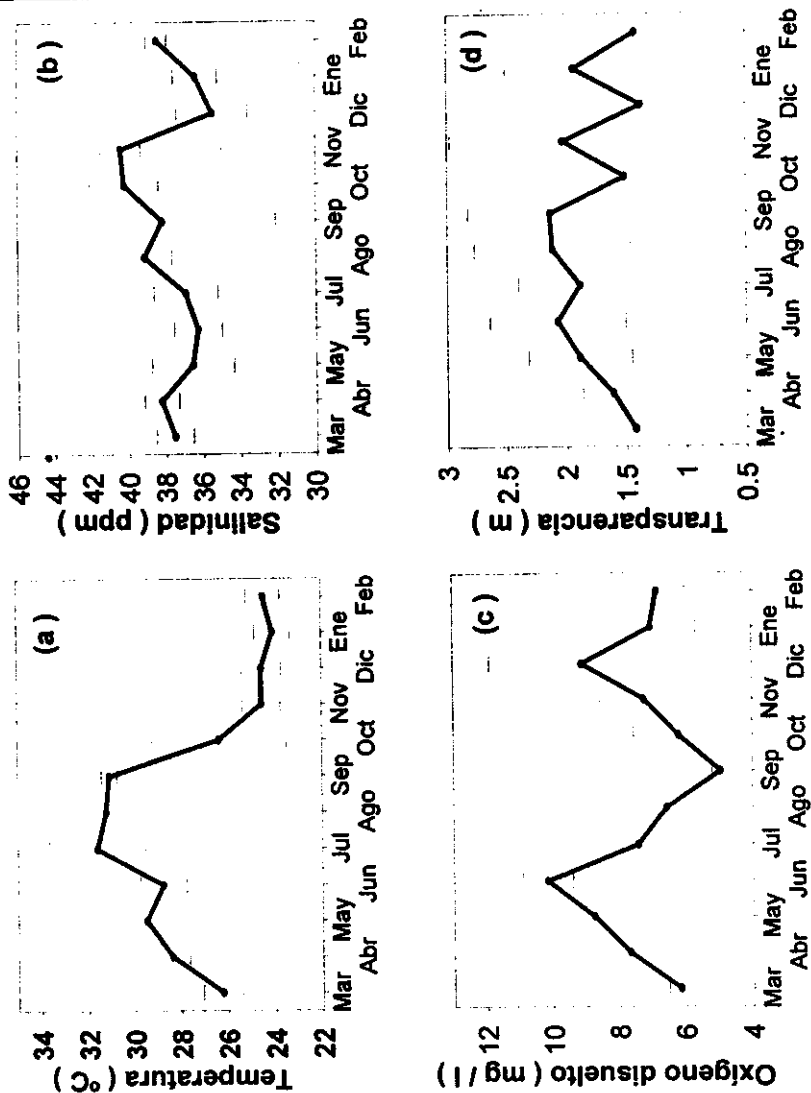


Figura 2. Promedios mensuales de algunos parámetros ambientales en el área de estudio y la tendencia observada durante el período Marzo/90 - Febrero/91: (a) Temperatura; (b) Salinidad; (c) Oxígeno disuelto y (d) Transparencia.

Distribución y abundancia en espacio y tiempo

Se encontraron 21 grupos taxonómicos, de los cuales el dominante fue el orden Amphipoda (87.2%). Le siguieron en importancia: Isopoda (3.91%), Harpacticoida (2.99%), Decapoda (1.85%), Archaeogastropoda (1.56%), Tanaidacea (1.20%), Polychaeta (0.38%), Ostracoda (0.27%), Ascidiacea (0.17%), Pteronchida (0.17%) y Pycnogonida (0.12%). El resto de la abundancia correspondió a los siguientes grupos: Anaspidea, Thoracica, Pterioidea, Dactylochirotida, Mysidacea, Molpadiida, Cephalaspidea, Asteroidea, Ophiuroidea y Porifera y que en conjunto aportaron el 0.16% de la abundancia total.

Con pocas excepciones, las abundancias de cada uno de estos grupos siguió un patrón estacional. Las mínimas se registraron en abril y mayo, con una tendencia a aumentar hacia el final del ciclo de muestreo (diciembre - febrero) (Tabla 2).

Tabla 2. Períodos mensuales de mayor y menor abundancia de los principales grupos taxonómicos capturados en colectores de postlarvas de langosta (*Panulirus argus*).

Grupos Taxonómicos	Mayor	Menor
Amphipoda	Diciembre - Febrero	Abril - Mayo
Isopoda	Septiembre; Enero	Junio - Agosto
Harpacticoida	Enero - Febrero	Abril - Julio
Decapoda	Julio; Octubre	Febrero
Archaeogastropoda	Noviembre; Enero	Abril - Mayo
Tanaidacea	Diciembre - Febrero	Junio - Septiembre
Polychaeta	Diciembre - Febrero	Abril - Mayo
Ostracoda	Diciembre - Enero	Abril - Mayo
Ascidiacea	Abril; Septiembre	Agosto; Noviembre
Pteronchida	Noviembre - Febrero	Abril
Pycnogonida	Marzo; Septiembre	Abril; Agosto
	Enero - Febrero	Noviembre

No todos los grupos estuvieron presentes durante todo el período estudiado. En la estación de Nortes se concentró el 84.93% de la abundancia total de estos organismos, y solo el grupo Porifera estuvo ausente. En la estación de Secas solamente se detectaron 14 de los 21 grupos taxonómicos representando el 8.1% de la muestra total. Los grupos ausentes fueron: Asteroidea, Cephalaspidea,

Molpadiida, Mysidacea, Thoracica, Ophiuroidea y Porifera. En la estación de lluvias todos los grupos estuvieron presentes y en ella se concentró el 6.96% de todos los organismos. Al comparar las abundancias medias de los 11 grupos más importantes en relación a las estaciones climática (secas, lluvias y nortes), se encontraron diferencias significativas ($F_{2,99}$; $H_{2,114}$; $p < 0.05$) en todos ellos a excepción de Ascidiacea y Pycnogonida (Tabla 3). La prueba de LSD mostró que las diferencias observadas fueron ocasionadas por el mayor número de organismos encontrado durante la estación de Nortes.

La distribución espacial de estos organismos estuvo relacionada con las características del área. Las mayores abundancias se presentaron en la estación no protegida (estaciones 2, 4 y 5). Los anfípodos nuevamente fueron el grupo dominante aportando más del 80% de los organismos registrados en cada estación (Fig. 3). Si bien la presencia de todos los grupos en las estaciones no fue constante todo el año, destacan las ausencias de los grupos Cephalaspidea, Ophiuroidea, Asteroidea y Porifera en las estaciones 2 y 4 en todo el período estudiado.

Analizando la variabilidad de las abundancias medias por estación para los 11 grupos principales, solo se encontraron diferencias significativas ($F_{4,99}$; $H_{4,114}$; $p < 0.05$) para los siguientes grupos: Isopoda, Decapoda, Tanaidacea, Ascidiacea, y Pycnogonida. Para aquellos grupos que presentaron durante el análisis una alta correlación media-varianza, el análisis de varianza por rangos de Kruskal-Wallis dió resultados similares (Tabla 3). Las pruebas de LSD y Scheffe permitieron detectar que las diferencias en la abundancia de los grupos anteriormente mencionados, se registró entre las estaciones 1 y 3 en su conjunto (área de transición estuario-mar) con respecto a las estaciones 2, 4 y 5 (típicamente marinas). Por lo anterior puede considerarse que la abundancia de estos organismos es mayor en zonas con características fisiográficas de tipo estuarino que marino.

Abundancia durante las fases lunares

El 67.8% de los organismos pertenecientes a los grupos taxonómicos encontrados tuvo mayor actividad en cuarto creciente y el resto en luna nueva (32.19%). A excepción de los grupos Decapoda y Ascidiacea, los demás fueron más abundantes en la fase de cuarto creciente (Figura 4). Es posible observar que entre ambas fases hubo diferencias evidentes en las abundancias mensuales de algunos grupos, sin embargo los resultados del análisis estadístico de esta información a través de la prueba de Mann y Whitney ($U_{12,12}$; $p \leq 0.05$), mostró que las diferencias observadas no son estadísticamente significativas.

Tabla 3. Análisis de varianza de la distribución temporal y espacial de la abundancia de la macrofauna bentónica capturada en colectores de postlarvas de langosta (*Panulirus argus*) en la franja costera adyacente a San Felipe y Río Lagartos, Yucatán.

Grupos Taxonómicos	Estación Climática Secas, Lluvias y Nortes			Estaciones demuestreo (1, 2, 3, 4, 5)		
	ANOVA F _(2,99)	p	Kruskal Wallis H _(4,114)	ANOVA F _(2,99)	p	Kruskal Wallis H _(4,114)
Amphipoda	13.72	<0.01	18.7	2.21	0.07	
Isopoda	3.05	0.05	<0.01	<0.01	0.07	0.57
Harpacticoidea	11.59	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.40
Decapod	7.27	<0.01	10.9	7.83	<0.01	0.81
Polychaeta	7.35	<0.01	10.5	1.47	0.21	
Ostracoda	5.34	<0.01	10.5	0.46	0.75	
Archaeogastropoda	9.26	<0.01		0.50	0.73	
Tanaidacea	9.16	<0.01	9.9	2.93	0.03	
Asciacea	1.28	0.28	1.8	6.70	<0.01	18.9
Pteronchida	19.98	<0.01	25.3	1.32	0.26	10.4
Pycnogonida	0.56	0.56	2.7	2.65	0.03	

p < 0.5 estadísticamente significativo

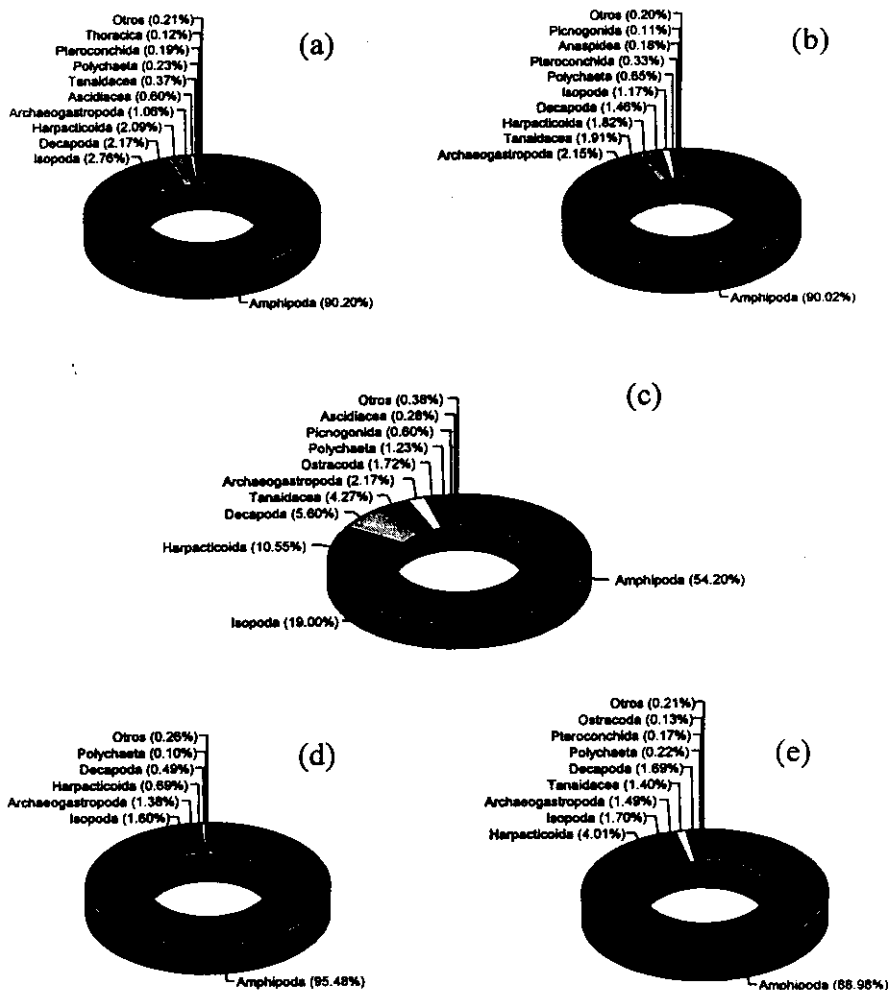


Figura 3. Distribución espacial de los grupos mas abundantes del bentos en el área de estudio. Zona de Transición: (a) estación 1; (b) estación 2. Zona no Protegida: (c) Estación 3; (d) Estación cuatro y (e) Estación 5.

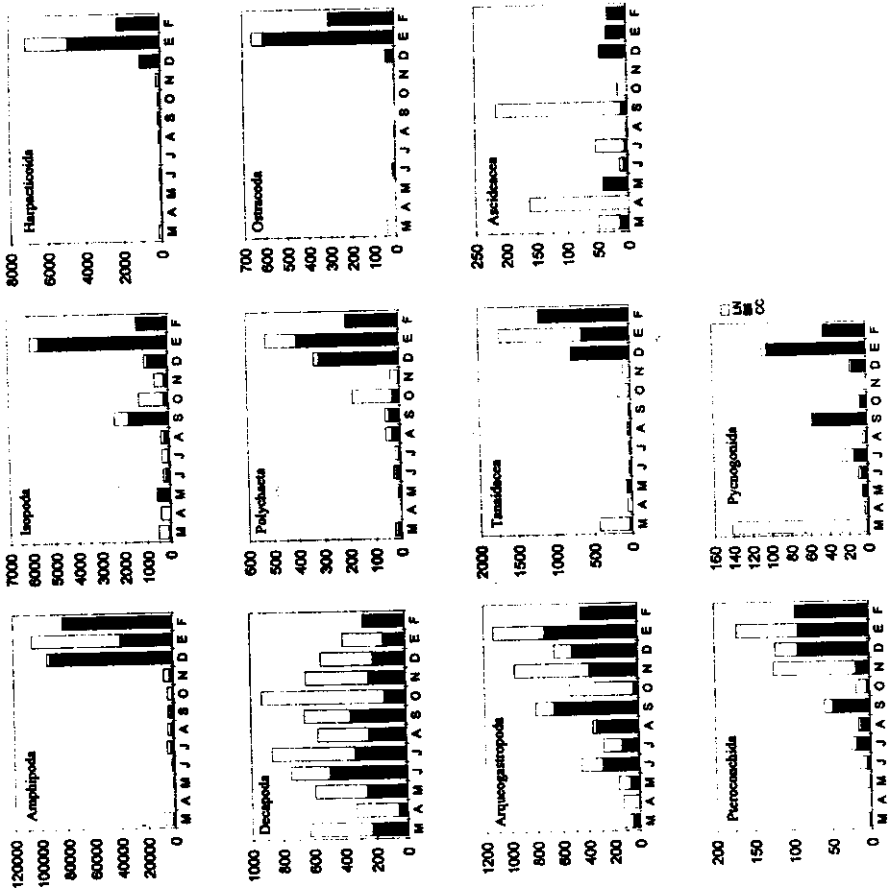


Figura 4. Distribución de la abundancia de los grupos mas importantes en el área de estudio en relación a las fases lunares: (a) cuarto creciente; (b) luna nueva.

Relación entre la abundancia y factores abióticos

Uno de los factores que ejercieron mayor influencia en la distribución de la abundancia de algunos de los grupos más representativos fue la temperatura del agua. En términos generales la abundancia fue mas alta en los meses en que se registraron las temperaturas mas bajas. Los grupos que presentaron esta correlación negativa fueron: Amphipoda, Decapoda, Harpacticoida, Tanaidacea, Polychaeta, Ostracoda y Pteronchida.

Aún cuando la salinidad tiene un efecto en la distribución de la fauna bentónica, en el presente estudio no se observó claramente ningún patrón que permitiera establecer algún grado de dependencia directa entre este factor y la abundancia por lo cual se presume que los grupos estudiados son euriahalinus.

Como se comentó anteriormente, el oxígeno disuelto presentó un ciclo estacional con una concentración máxima en junio y otra en diciembre, que tuvo una correspondencia similar sobre todo para este último período para las abundancias máximas observadas para algunos de los grupos. Las máximas abundancias se encontraron en un rango de concentración de oxígeno que va de 6 a 8 mg/l. Con excepción del grupo Decapoda, parecen incrementar su abundancia bajo estas condiciones. Sin embargo, para la mayoría de los grupos, no queda claramente establecida una relación entre estas dos variables durante todo el período estudiado.

Se registraron fluctuaciones en los niveles de transparencia sobre todo en el segundo semestre del año por efecto de las estaciones de lluvias y nortes. No obstante lo anterior, las abundancias mas altas de los 11 grupos considerados se registraron durante los últimos tres meses del período estudiado.

El análisis de regresión múltiple (ARM) solo explicó claramente la relación entre la abundancia y la temperatura para los siguientes grupos ($p \leq 0.05$): Amphipoda, Isopoda, Harpacticoides, Tanaidacea, Polychaeta, Ostracoda y Pteronchida; para el resto de los grupos este factor no se consideró buen descriptor de su abundancia ($p > 0.05$). Los coeficientes de correlación (r) del ARM que son mostrados en la Tabla 4, permiten observar que de los factores estudiados, la temperatura es la variable con la que los grupos mencionados tienen mayor correlación; en un solo caso mostró una relación significativa entre el oxígeno disuelto con la abundancia del grupo Isopoda y en otro a la transparencia con el grupo Tanaidacea. Esto es corroborado por los resultados del método no paramétrico de correlación por rangos de Spearman (r_s) (Elliot, 1971). Este análisis encuentra también la relación entre el oxígeno y el grupo Archaeogastropoda como significativa.

Tabla 4. Coeficientes de correlación obtenidos del análisis de Regresión Múltiple y Análisis de Correlación por rangos de Spearman. Se analiza la relación de estos grupos con respecto al oxígeno disuelto, temperatura, salinidad y transparencia, como variables descriptoras de su abundancia.

Taxa	Oxígeno	Temperatura	Salinidad	Transparencia
Amphipoda	-0.11 (-0.29)	-0.67* (-0.62)	-0.21 (-0.07)	-0.51 (-0.48)
Isopoda	-0.50 (-0.62)	-0.46*	-0.46	-0.41
Harpacticoida	-0.07	-0.70* (-0.76)	-0.15	-0.28
Decapoda	-0.09	0.24	0.19	0.06
Archaeogastropoda	-0.17	-0.48 (-0.63)	0.18	0.04
Tanaidacea	-0.03	-0.83* (-0.85)	-0.18	-0.62* (-0.61)
Polychaeta	0.02	-0.63* (-0.62)	-0.15	-0.44
Ostracoda	0.07	-0.68 (-0.63)	-0.36	-0.36
Ascidacea	-0.25	0.19	-0.42	-0.25
Pteroconchida	-0.06	-0.56 (-0.58)	-0.04	-0.06
Pycnogonida	-0.34	-0.19	-0.27	-0.34 *

*Valores estadísticamente significativos

Valores entre paréntesis () corresponden al coeficiente de correlación de Spearman

El dendrograma para los 11 grupos mas importantes, mostró la presencia de dos grupos. El primero al cual están asociados los grupos con los valores mas altos del valor de 1-rS, está bien definido por los grupos Pteroconchida, Archaeogastropoda, Harpacticoida, Ostracoda y Anfipoda . El segundo agrupado por valores más bajos de este valor y formado solamente por los grupos Pycnogonida y Decapoda.

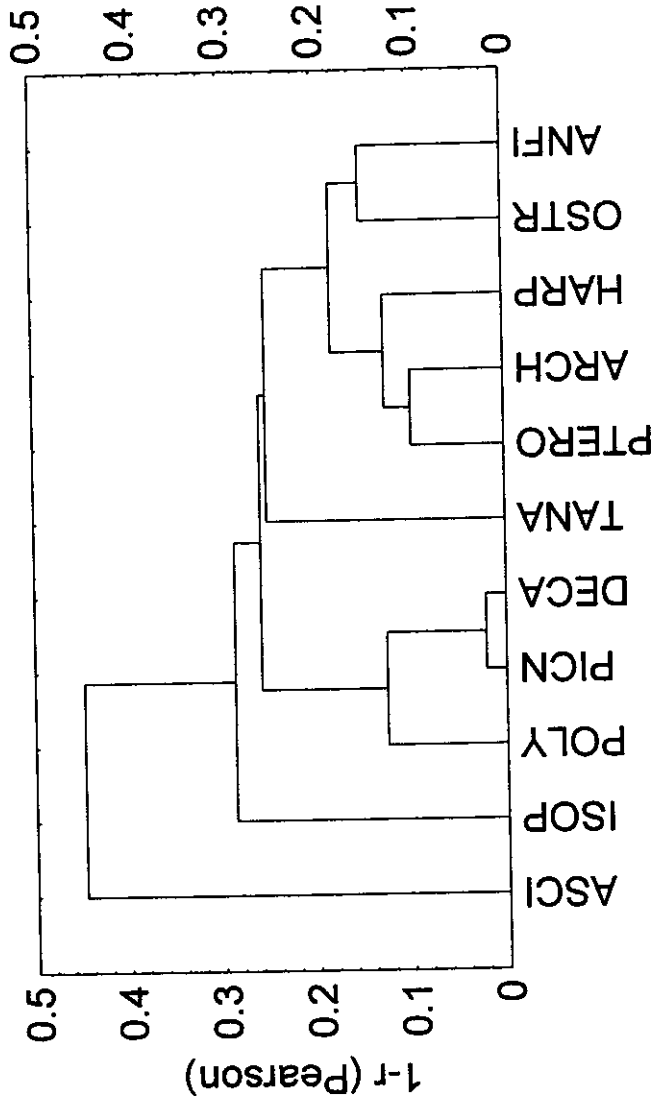


Figura 5. Análisis de Cluster para los 11 grupos más importantes de la fauna bentónica que habita en la franja costera adyacente a San Felipe y Río Lagartos, Yucatán.

DISCUSION

El estudio mediante substratos artificiales de la fauna bentónica que habita en las zonas costeras es un medio importante que permite determinar la variedad y composición de las comunidades de organismos que habitan estas zonas. Los colectores utilizados en este estudio originalmente fueron diseñados para coleccionar postlarvas de langosta (*Panulirus argus*), y no como dispositivos per se para estudiar la fauna bentónica. Sin embargo por sus características de hábitat artificial, fue posible encontrar un número importante de organismos con los que las postlarvas comparten el hábitat y que también encuentran ahí refugio y alimento. Por lo anterior estos colectores ofrecieron la posibilidad de obtener información útil para observar y deducir los patrones de asentamiento y de organización espacio-temporal de esta fauna bentónica en los dos diferentes ambientes que conforman el área de estudio.

Dadas las limitaciones de estos colectores para obtener muestras mas precisas y representativas de la densidad y abundancia de estos organismos, los resultados aquí presentados no pretenden representar un análisis ecológico exhaustivo y completo. Mas bien en este documento se aporta información sobre su estructura y abundancia en términos descriptivos y su relación con factores físicos y ambientales. Por lo tanto estos deben ser tomados como una primera aproximación al estudio de las condiciones ecológicas de la franja costera adyacente a San Felipe y Río Lagartos y los organismos del macrobentos que en ella habitan.

Las características fisiográficas y ecológicas observadas de esta área han permitido definir dos zonas, que aunque ligeramente parecidas en algunos de sus componentes biológicos presentan características fisiográficas distintas (Salas *et al.* 1991): una zona de transición o protegida (estuarino-marina) y una no protegida. Estas zonas están diferenciadas por el tipo de substrato, cubierta vegetal y patrones de circulación del agua. El análisis de las abundancias totales de los grupos estudiados, sugiere que estos factores tienen un papel importante en su distribución espacial. Los grupos Amphipoda y Archaeogastropoda tuvieron mayor afinidad con áreas donde predominan los fondos arenosos y la vegetación es escasa (zona marina). En las estaciones localizadas en la zona de transición donde predomina el substrato areno-fangoso, se registraron las mayores abundancias de los grupos Isopoda, Decapoda, Ostracoda, Ascidiacea y Pycnogonida, en tanto que los grupos Harpacticoida, Polychaeta y Tanaidacea tuvieron una distribución mas amplia ya que sus abundancias totales fueron similares en ambas zonas. Estos resultados hasta cierto punto son congruentes

con los resultados del análisis de conglomerados. El primer grupo está formado por los grupos que fueron más abundantes en la zona marina; el otro por aquellos que fueron más abundantes en la zona de transición y por los grupos cuya abundancia fue similar en ambas zonas.

La barra arenosa que se encuentra frente a la zona de transición, es una barrera física natural que restringe y amortigua los movimientos del agua generados por el viento y corrientes marinas en la costa. De tal forma, existe la posibilidad de que los mecanismos naturales de dispersión de estos organismos, se vean afectados y que las diferencias observadas en la abundancias totales entre ambas zonas (mayores para la zona no protegida) sean un reflejo de ello. Field y Butler (1994) analizando los mecanismos de transporte de postlarvas de langosta (*P. argus*) encontraron que las características geográficas de una zona pueden restringir no solo la circulación del agua, sino también inhibir el transporte y asentamiento de estos organismos a áreas específicas y consecuentemente en su distribución espacial. Aguilar *et al.* (1992) reportaron resultados similares para postlarvas de langosta encontrando mayor cantidad de ellas en la zona no protegida. Sugieren que esta diferencia podría ser explicada por la alta disposición de refugio natural (vegetación) con que cuenta la zona (hay que recordar que la vegetación en la zona no protegida es escasa), la cual serviría como una trampa natural para los grupos estudiados.

La clasificación en términos de estaciones climáticas tales como secas, lluvias y nortes, obedece al hecho de que en áreas tropicales muchos de los procesos costeros (productividad primaria, aportes de nutrientes a las zonas costeras, composición química, etc.) son influidos por estos cambios estacionales (Herrera-Silveira, 1988; Salas *et al.*, 1992). Las abundancias máximas registradas en toda el área de estudio para 9 de los 11 grupos más importantes fueron registradas durante el último trimestre del período de muestreo (diciembre-febrero), cuando se presenta la temporada de nortes. Durante esta estación las condiciones ambientales son muy inestables, y el oleaje es intenso debido a los fuertes vientos del norte que se presentan. Como consecuencia la temperatura, el oxígeno disuelto y la transparencia disminuyen, esta última por la remoción de sedimentos que aumenta la cantidad de material suspendido en el agua. Es claro entonces que los patrones de abundancia observados obedecen a los cambios estacionales que se registran en el área. Los resultados sugieren que la temperatura del agua es el principal factor ambiental y que tiene una relación inversa con la presencia de estos organismos como lo prueban las correlaciones significativas en 7 de los 11 grupos analizados.

Si bien el oxígeno ha sido señalado como causa de migración en organismos

acuáticos (Margalef, 1982; Pennak, 1978), en este caso no se considera como un factor limitante ya que no esta asociado a los registros mas altos de abundancia. En junio se registraron concentraciones mas altas que las estimadas durante la estación de nortes y sin embargo, las abundancias de la mayoría de los grupos mencionados se encuentran cerca de su niveles mínimos. Esto demuestra que los organismos están adaptados a variaciones de este parámetro y que en este caso van de 4.5 a 11 mg/lt.

Durante la estación de nortes la salinidad tuvo fluctuaciones, pero siempre entre los niveles que normalmente presentó durante la época de lluvias. Si bien la salinidad puede ser un factor que afecta la distribución de los organismos en la zona, no es un factor limitante ya que no se encontró relación alguna entre este parámetro y las abundancias de estos grupos. Sin embargo existe una correlación directa entre este parámetro y la temperatura por lo que es posible que con salinidades y temperaturas altas se observen efectos sobre la sobrevivencia y potencial reproductivo de algunos organismos del bentos (Green, 1975, Kinne, 1975 Pennak, 1978; Field y Butler, 1994).

Hay que destacar la necesidad de realizar estudios dirigidos a establecer con claridad si existe alguna relación entre las postlarvas de langosta y la fauna bentónica y que se manifiesta en sus niveles de abundancia. La comparación de los resultados de este estudio con los de Salas *et al.* (1991) mostraron patrones de abundancia temporal opuestos. Las postlarvas de langosta presentaron su mayor abundancia en la época de secas, justo cuando la mayoría de los grupos estudiados presentó sus niveles mínimos de abundancia. Por el contrario, estos grupos fueron mas abundantes en la estación de nortes cuando la abundancia de postlarvas disminuyó. Por lo tanto es necesario analizar si el patrón de abundancia temporal observado en estos organismos es consecuencia de algún tipo de relación trófica, o como lo sugieren los resultados de este trabajo, solamente como un efecto de densidad dependiente de los cambios que sufre el ecosistema dada las condiciones ambientales que prevalecen en cada estación climática.

Este estudio puede considerarse como una continuación de las investigaciones realizadas para postlarvas de langosta por Salas *et al.*, 1991 y Aguilar *et al.*, 1992. Los resultados expuestos aquí constituyen una contribución que vendrá a complementar el cuadro que ya se tiene sobre la descripción ecológica de la franja costera adyacente a San Felipe y Río Lagartos, Yucatán.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la M.C. Silvia Salas por apoyar esta investigación. A la Bíol. Mirella Hernández de Santillana por su apoyo en la identificación de las

muestras. Los T.P. Tiburcio Castro, Jorge Acosta y Domingo Blanqueto por valiosa ayuda en los muestreos de campo. A las Biól. Fanny Merino y Margarita Ornelas por su apoyo en el procesamiento del material.

Esta investigación se desarrolló en el marco del proyecto "Reclutamiento de langosta (*Panulirus argus*) en las costas de Yucatán y sus implicaciones en aprovechamiento de la pesquería", financiado por el Gobierno del Estado de Yucatán.

LITERATURA CITADA

- Aguilar, D., S. Salas y M.A. Cabrera. Caracterización de las zonas de asentamiento de postlarvas de langosta (*Panulirus argus*) en la costa oriente de Yucatán. *Gulf and Carib. Fish. Inst. Mérida, Yucatán*. 45th Ann. Meet. 1 - 6 November 1992 (In press).
- Beninger, P.G., L. Chiasson and R.W. Elner. 1986. The utility of artificial collectors as a technique to study benthic settlement and early juvenile growth of the rock crab, *Cancer irroratus*. *Fisheries Research* 4: 317 - 319.
- Brusca, R.C. y G.J. Brusca. 1990. *Invertebrates*. Sinaver Associates, Sunderland, Massachusset, 922 p.
- Elliot, J.M. 1971. Some methods for the statistical analysis of samples of benthic invertebrates. U.S.A. Freshwater Biological Association: Scientific Publication No. 25, 144 p.
- Field, J.M. & M.J. Butler. 1994. The influence of temperaure, salinity, and postlarval transport on the distribution of juvenile spiny lobster, *Panulirus argus* (Latreille, 1804), in Florida Bay. *Crustaceana* 67(1): 26 - 45.
- Green J. 1975. *Biology of estuarine animals*. Sidgwick and Jackson, Londres, 401 p.
- Gutiérrez-Carbonell, D., J. Simonín-Díaz and P. Briones-Fourzán. 1988. A simple collector for postlarvae of spiny lobster *Panulirus argus*. *Proc. of Gulf and Carib. Fish. Inst.* 41:19.
- Herrera-Moreno, A. y M. Maurisset-Merino. 1980. Utilidad de los muestreadores de substrato artificial para estudios ecológicos en áreas costeras abiertas. *Ciencias Biológicas* 5:85 - 94.
- Herrera-Silveira, J. 1988. Productividad primaria fitoplanctónica del estero de Celestún, Yucatán . CINVESTAV IPN, Unidad Mérida. (Tesis Maestría) 92 p.

Proceedings of the 50th Gulf and Caribbean Fisheries Institute

- Kinne, O. 1975. *Marine Ecology: a comprehensive, integrated treatise on life in ocean and coastal waters*. Willey Interscience, London-New York. Vol. 5:3115 - 3143.
- Lalana, R. y M. Pérez-Moreno. 1985. Estudio cualitativo y cuantitativo de la fauna asociada a las raíces de *Rhizophora mangle* en la cayería este de la Isla de la Juventud. *Revista Investigaciones Marinas* 6 (2-3):45 - 57.
- Lalana, R., E. Díaz, R. Brito, D. Kodjo y R. Cruz. 1987. Ecología de la langosta (*Panulirus argus*) al SE de la Isla de la Juventud. III Estudio cualitativo y cuantitativo del bentos. *Revista Investigaciones Marinas* 8(2-3):31 - 53.
- Little, E.J. Jr, and G.R. Milano. 1980. Techniques to monitor recruitment of postlarval spiny lobster, *Panulirus argus*, to the Florida keys. Florida Marine Research Publications 37: 16 p.
- Margalef, R. 1982. *Ecología*. Omega, Barcelona, 915 p.
- Marx, J. and W. Herrnkind. 1985. Factors regulating microhabitat use by young juveniles spiny lobster, *Panulirus argus*: Food and shelter. *Journal of Crustacean Biology* 5(4):650 - 657.
- Pennak, R.W. 1978. *Freshwater invertebrates of the United States*. Wiley Interscience, New York; 783 p.
- Phillips, B.F. 1972. A semiquantitative collector of the puerulus larvae of the Western rock lobster *Panulirus longipers cygnus* George (Decapoda Palinuridae). *Crustaceana* 22:147 - 154.
- Raimondi, P.T. 1990. Patterns, mechanisms, consequences of variability in settlement and recruitment of and intertidal barnacle. *Ecological Monographs* 60(3):283 - 309.
- Salas, S., D. Aguilar, M.A. Cabrera and P. Arceo. 1996. Patrones de asentamiento de langosta (*Panulirus argus*) en la costa oriente de Yucatán. *Proc. Gulf Carib. Fish. Inst.* 44: 536 - 552.
- Sokal, R.R. and P.H.A. Sneath. 1963. *Principles of numerical taxonomy*. San Francisco. Freeman. 359 p.
- Strickland, J.D. and T.R. Parsons. 1972. *A practical handbook of seawater analysis*. *Fish. Res. Board Can.* 310 p.
- Witham, R., R.M. Ingle and E.A. Joyce, Jr. 1968. Physiological and ecological studies of *Panulirus argus* from the St. Lucie estuary. *Fla. Board of Conserv. Mar. Res. Lab. Tech. Ser.* 53. 31 p.
- Zar, J.H. 1984. *Biostatistical analysis*. Prentice-Hall. New Jersey. 620 p.