

## **Caracterización de las Zonas de Asentamiento de Postlarvas de Langosta, *Panulirus argus*, en la Costa Noreste de Yucatan**

D. AGUILAR O., S. SALAS M., y M. A. CABRERA V.

### **INTRODUCCION**

Los estudios sobre reclutamiento de langosta se han abocado principalmente a definir los patrones de asentamiento de postlarvas (Serfling y Ford, 1975; Little, 1977; Phillips y Hall, 1978; Little y Milano, 1980; Briones, 1988). En aquellos casos donde se cuenta con una serie larga de información y donde los patrones parece estar claramente definidos, ha sido posible hacer predicciones de los rendimientos futuros (Caputi y Brown, 1986; Phillips, 1986a; Briones, 1992), esto población capturable depende del nivel de reclutamiento de postlarvas (Phillips, 1989). Sin embargo, la información concierne a la ecología de las postlarvas de langosta es fragmentaria, los cambios que ocurren en esa fase (crecimiento y desarrollo y su asociación con factores ambientales, han sido abordados generalmente en estudios de laboratorio (Aiken, 1986; Phillips y Sastry, 1980), los cuales pueden diferir de las condiciones naturales, infiriéndose en ocasiones el comportamiento de algunas especies de los resultados de otras. Sin embargo estas generalizaciones no siempre son adecuadas, ya que diferentes especies, pueden responder en forma distinta a los diversos factores y bajo diferentes condiciones.

Los habitats naturales de las postlarvas y juveniles de langosta han sido descritos de manera general para algunas especies y sitios particulares (Phillips et al., 1979; Marx, 1986). Sin embargo, la identificación de los factores que regulan la ocurrencia estacional y abundancia de las postlarvas en los sitios donde se ha monitoreado el asentamiento de las mismas a sido poco abordada (Lazarus, 1967; Serfling y Ford, 1975; Phillips *et al.*, 1978). En general se menciona que el sustrato es determinante para el asentamiento de los organismos, lo que les asegura protección y disponibilidad de alimento (Marx y Herrkind, 1985; Marx, 1986). Por otra parte, se ha observado que existen factores limitantes para el desarrollo de la langosta en sus diferentes estadíos, como la temperatura, salinidad y oxígeno aunque existen escasos estudios en donde se evalua la tolerancia de los organismos a variaciones drásticas de estos parámetros. En particular, en la península de Yucatán son escasos los trabajos que se han orientado al estudio de patrones de asentamiento de postlarvas de langosta (Briones, 1988; Salas *et al.*, 1992). En estos, se aborda de manera general la relación entre algunos parámetros ambientales y la presencia o ausencia de postlarvas. En este sentido, en el presente trabajo se analizan las características de las zonas de ocurrencia de postlarvas de langosta monitoreados mediante colectores en la costa oriente del estado de Yucatán y se analiza la relación de parámetros fisicoquímicos con su abundancia.

#### AREA DE ESTUDIO

La información fue colectada en la costa oriente del estado de Yucatán, que comprende la franja costera adyacente a los puertos de San Felipe y Río Lagartos, ubicados entre los paralelos 21°30' latitud norte y los meridianos 88°09' y 88°15' longitud oeste.

EL presente estudio formó parte del monitoreo de reclutamiento de postlarvas efectuado por Salas *et al.*, (1992) en la costa oriente del estado de Yucatán, realizado mediante colectores tipo GUSI (Gutierrez *et al.*, 1988).

Las estaciones de muestreo definidas en este estudio comprendieron dos áreas, como se muestra en la Figura 1: una libre de la acción directa de las corrientes (protegida) y otra expuesta (no protegida).

La ubicación de las estaciones es descrita a continuación:

Zona protegida:

a) Estación I. Se ubica cercana a un islote localizado a 15 km al oeste del puerto de San Felipe, con una extensa área de pastizales.

b) Estación III. Localizada a 300 m aproximadamente en dirección Este del puerto de San Felipe. La cubierta vegetal del macrofitobentos es abundante y se encuentra al margen de la zona de manglar.

Zona no protegida:

c) Estación II. Ubicada a 2 km al oeste del canal de acceso entre Río Lagartos y San Felipe. El macrofitobentos es escaso con parches de pastizales.

d) Estación IV. Frente a la costa oriente del canal de acceso al estero, al norte del puerto de Río Lagartos. La vegetación es escasa y en parches.

e) Estación V. Situada entre las estaciones de San Felipe y Río Lagartos, con parches de vegetación dispersa.

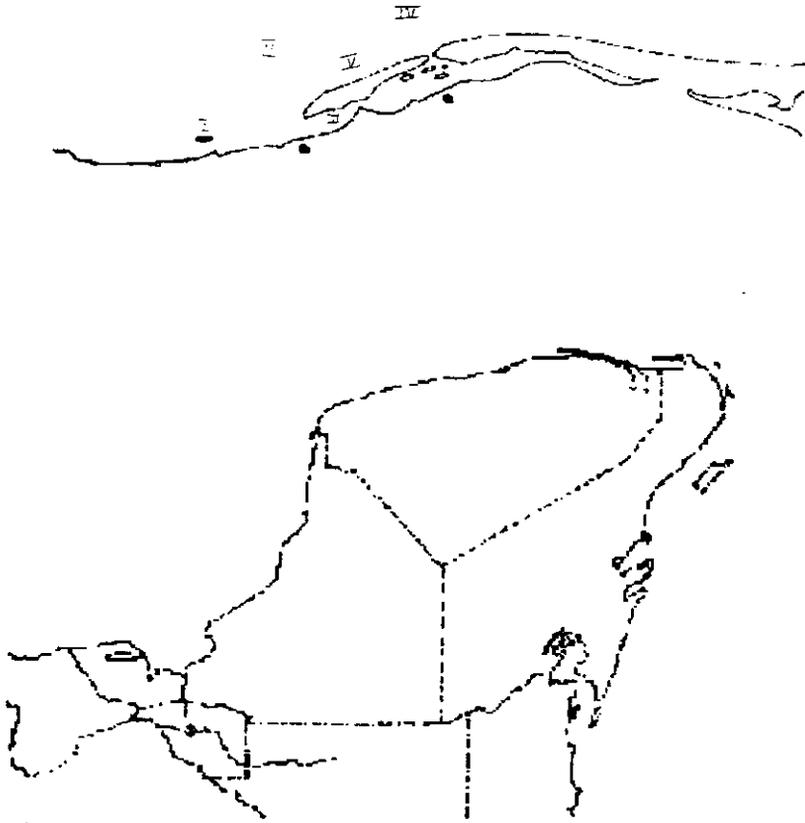
Todas la estaciones fueron ubicadas aproximadamente a 1 km de la costa a profundidades entre dos y cuatro metros.

#### METODOS

En cada una de las estaciones se colocaron seis colectores, y se revisaron un día después de las fases de cuarto de creciente y luna nueva durante un ciclo anual (marzo 1990-febrero 1991).

Las postlarvas y juveniles encontrados en los colectores fueron cuantificados y liberados lejos del sitio de muestreo. Adicionalmente, la microfauna encontrada durante la revisión de cada uno de los colectores fue conservada en formol para su posterior identificación, la cual se hizo a nivel de grupo, realizando su cuantificación en terminos de abundancia relativa.

En cada estación se registraron los siguientes parámetros: temperatura, turbidez y profundidad. Así mismo, se tomaron muestras de agua para medir la concentración de oxígeno disuelto, pH, salinidad y nutrientes. La cuantificación del oxígeno disuelto se realizó de acuerdo a la técnica de Winkler, modificada por Strickland y Parsons (1972). La salinidad se midió con un salinómetro de



---

Figura 1. Zona de estudio.

---

inducción y el pH se determinó por medio de un potenciómetro digital. Los nutrientes evaluados fueron: nitritos, nitratos, amonio, silicatos y fosfatos, siguiendo los métodos propuestos por Strickland y Parsons, (op cit).

Así mismo, se tomó una muestra de sedimento en cada estación a lo largo del ciclo anual de estudio con objeto de determinar la cantidad de materia orgánica, así como la textura del mismo. La materia orgánica se determinó siguiendo la técnica del hidrómetro de Bouyoucos (Franco, L.J., 1985), y la materia orgánica de acuerdo al método de Walkley-Black (Jackson, M.L., 1976).

La matriz de datos fisicoquímicos registrados (oxígeno, pH, salinidad, temperatura, profundidad, turbidez, nitratos, nitritos, fosfatos, silicatos y amonio), fue evaluada a través de un análisis de Clusters utilizando el método aglomerativo, por distancia euclidiana (Pielou, 1984) normalizando la matriz original, con objeto de eliminar el efecto de las diferencias de unidades. Los datos fueron considerados globalmente, sin tomar en cuenta la diferencia entre las zonas, para visualizar su comportamiento general.

Posteriormente, se realizó un análisis multivariado de varianza de dos vías (MANOVA) con objeto de conocer la significancia de cada variable por zona, a lo largo del ciclo anual estudiado.

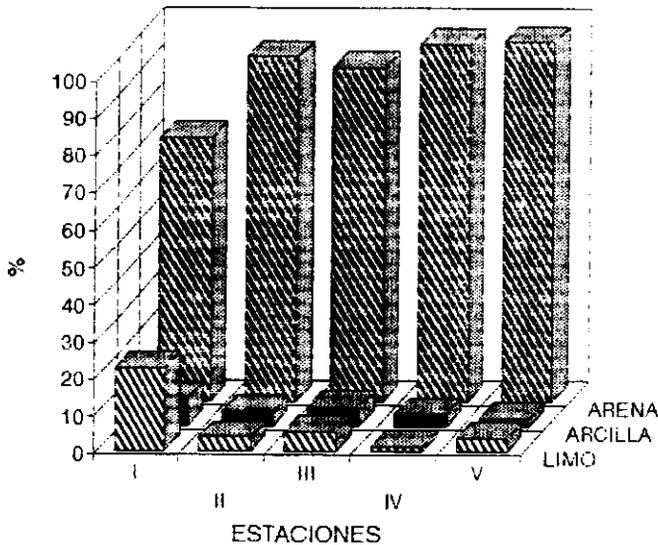
Conocidas las variables fisicoquímicas significativas por zona, a lo largo del período analizado (marzo de 1990 a febrero de 1991) se realizó un análisis de regresión lineal múltiple, (método Backwise) considerando las variables físicas y químicas y su relación con la ocurrencia de postlarvas de langosta, discriminado por zonas, estacionalidad y fases lunares (cuarto creciente y luna nueva).

En todos los casos se trabajó con un nivel de confianza del 95%.

## RESULTADOS

Los resultados de Sales *et al.*, (1991) muestran que hay un mayor número de organismos en la zona no protegida (135) que en la protegida (17). Del total, el 40% correspondió a puerulos y el 60% a juveniles no mayores a 20 mm LT. En esta última zona, todos los organismos fueron obtenidos en la estación I y en el caso de la zona no protegida la mayor abundancia se registró en las estaciones II y IV, las cuales se encuentran ubicadas frente a los canales de acceso de los puertos de San Felipe y Rfo Lagartos respectivamente. Por otra parte, el número de postlarvas y juveniles en cuarto creciente fue marcadamente mayor que en luna nueva como se muestra en la Figura 2 (Salas *et al.*, 1991).

Con respecto a las variaciones a lo largo del ciclo anual, se observaron postlarvas prácticamente durante todo el año en la zona no protegida, excepto en octubre, pero en general, el número fue mayor en el período de primavera (secas), disminuyendo a partir de septiembre (Figura 3). En la zona protegida donde hubo postlarvas y juveniles éstas se observaron principalmente en verano (Salas *et al.*, 1991).

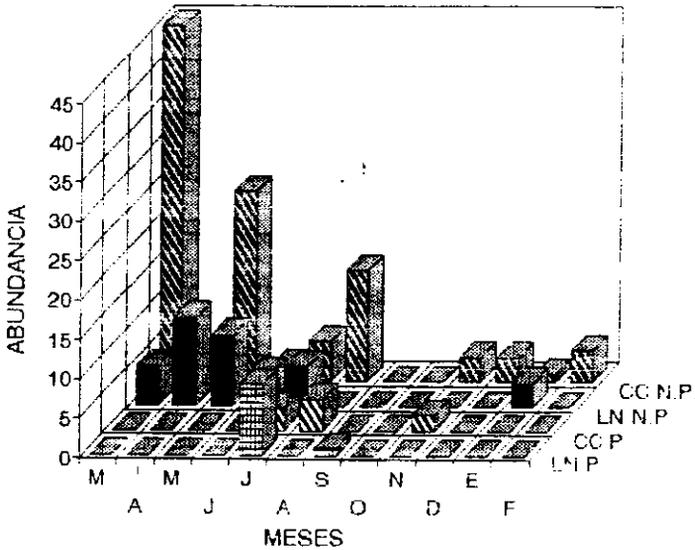


**Figura 2.**

Con respecto a los organismos asociados a los colectores, éstos estuvieron representados en todos los casos por abundantes anfípodos constituyendo el 70% de la muestra en la zona no protegida (Figura 4) y de 45 a 50% en las estaciones de la zona protegida (Figura 5). Ocasionalmente se encontraron juveniles de langosta alimentándose con anfípodos o isópodos. Otros organismos que se encontraron presentes de manera permanente fueron las jaibas, con mayor abundancia en la zona protegida (15-25%) que en la no protegida (10-15%), las cuales por el contrario se observaron depredando ocasionalmente a las langostas. Otros grupos presentes aunque en menor proporción fueron los gasterópodos, isópodos y cangrejos (cangrejo rey o “maxquil” y *Uca* spp.) en todas las estaciones (Figuras 4 y 5).

Las estaciones de la zona no protegida donde la abundancia de postlarvas fue mayor, se caracterizaron por presentar sedimento arenoso con bajo contenido de materia orgánica (Tabla 1) y vegetación escasa distribuída en parches, con predominancia de *Thalassia testudinum* y algas de los género *Euchema* spp. y *Caulerpa* spp.

En el caso de la zona protegida, las dos estaciones presentaron características distintas. En la estación I, la textura del sedimento fue franco arcillo arenoso observándose los valores más altos de contenido de materia orgánica (Tabla 1).



**Figura 3.** Ocurrencia de postlarvas de langosta por zona y fase lunar, a lo largo del ciclo anual considerando.

Asimismo, la vegetación fue abundante estando presentes el mismo tipo de algas que en los casos anteriores, además de *Syringodium* spp.

La estación III de esa misma zona mostró características marcadamente distintas, ya que se encuentra dentro del estero cerca de la zona de marglares con abundante vegetación representada principalmente por *Avrainviella nigricans* y *Udotea* spp. El contenido de materia orgánica en este caso fue alto, pero ligeramente menor que en la estación I (Tabla 1). En esta estación nunca se encontraron postlarvas de langosta. Así mismo, la fauna asociada a los colectores también fue distinta a la de la estación I en términos de porcentaje, como en el caso de las larvas de camarón (Palemonidos) y peces representados principalmente por signatidos, gobidos, y mugilidos y solo en esta estación se observaron juveniles de camarón, pertenecientes a la familia Peneidae (Figura 5a).

En áreas tropicales las variaciones estacionales son menos marcadas que en áreas templadas y frías por lo que generalmente se considera una clasificación en términos de temporadas de nortes, lluvias y secas. En el presente estudio, al aplicar el análisis de clusters a la matriz transformada de datos, se identificaron dos grupos principales, los cuales fueron atribuidos a las épocas de nortes (comprendiendo de octubre a febrero) y sin nortes (secas y lluvias) con un nivel de similitud de 4.17, lo cual nos señala que existen diferencias entre los parámetros fisicoquímicos de una época a otra (Figura 6).

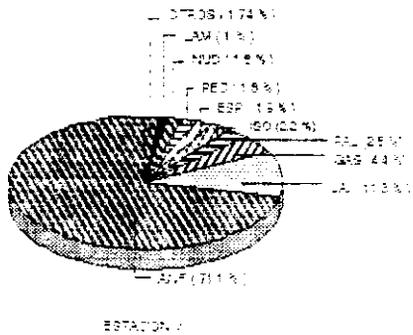
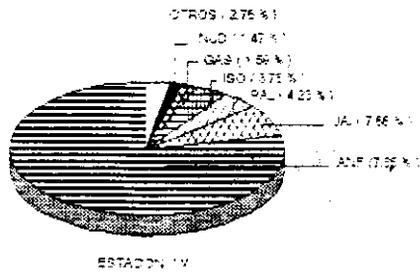
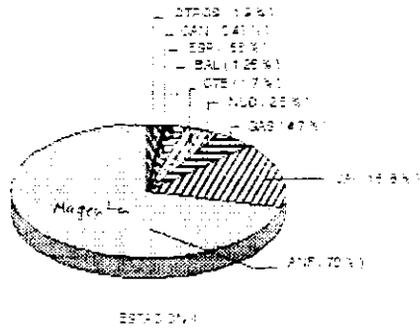


Figura 4.

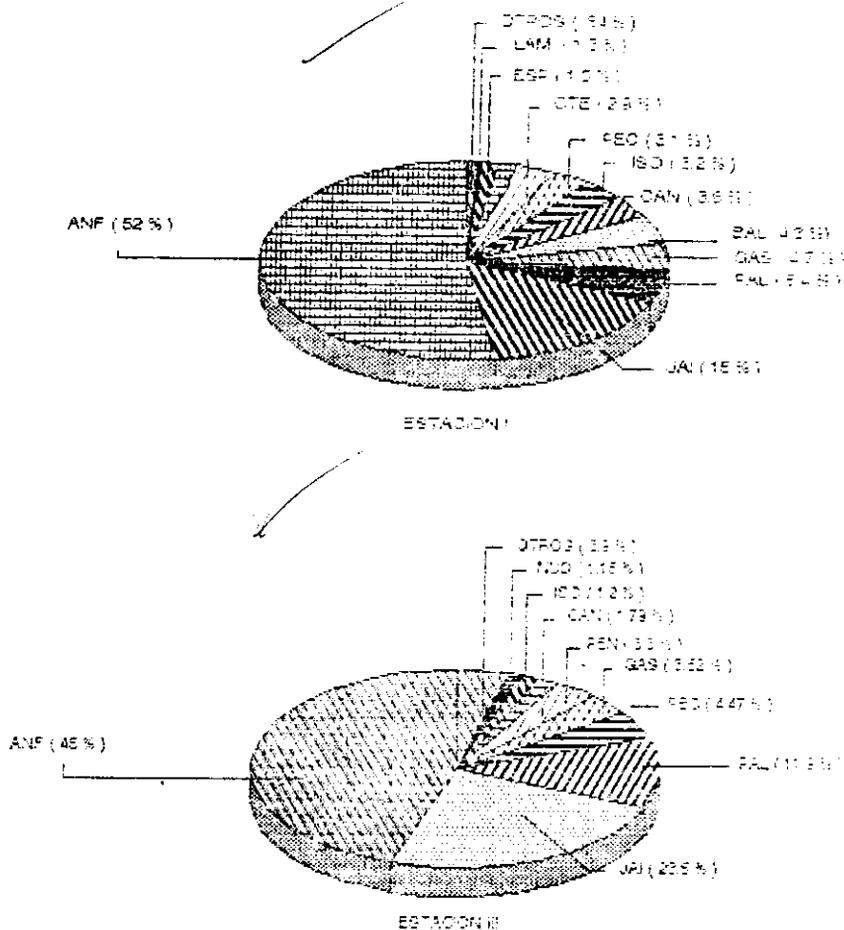


Figura 5.

**Tabla 1.** Porcentaje de materia orgánica y textura para cada una de las estaciones de muestreo.

EST	%M ORG.	%ARENA	%ARCILLA	%LIMO	TEXTURA
I	3.06	70.61	7.18	22.21	FAA
II	0.82	92.32	4.04	3.64	A
III	2.31	89.46	5.23	5.31	AF
IV	1.12	95.58	3.17	1.25	A
V	0.91	96.40	2.00	3.33	A

Las épocas climáticas consideradas en este caso se basaron en las propuestas por Silveira, H (1988), modificadas de acuerdo a los datos de precipitación pluvial del ciclo anual en el área de estudio (Comisión Nacional del Agua del Estado de Yucatán) quedando de la siguiente manera: a) secas de marzo a la primera quincena de mayo, b) lluvias, de la segunda quincena de mayo a septiembre, y c) nortes, de octubre a febrero.

En base a lo anterior, se realizó el análisis multivariado de varianza, cuyo modelo inicial nos muestra que no existe una correlación entre los datos de épocas climáticas y zonas, existiendo diferencias que se pueden calcular. Para realizar ésto último, se aplicó un segundo diseño de MANOVA considerando solo época climática y un tercer diseño considerando las zonas. En el caso en el que se consideraron épocas climáticas, las variables significativas fueron la salinidad, temperatura, turbidez, nitrato, nitritos, y amonio, mientras que en el segundo caso fueron oxígeno, turbidez, profundidad y silicatos. Esto implica que lo que define las variaciones en términos de épocas climáticas esta definido principalmente por tales variables. Cuando se consideraron las zonas, las diferencias fueron atribuídas a la turbidez, profundidad y oxígeno.

Con respecto al análisis de regresión múltiple entre los diferentes parámetros físicoquímicos, considerando épocas climáticas, fases lunares y zonas, los resultados mostraron que las variables consideradas explican solo el 22% de la variabilidad en la abundancia ( $p < 0.05$ ).

Los resultados del análisis para cada una de las variables consideradas se muestran en la Tabla 2.

Al ser eliminadas una a una las variables menos significativas, tratando de identificar las de mayor peso que explicaran las variaciones en la abundancia de postlarvas, el valor de  $r^2$  fue menor, de tal manera que las variables que inicialmente resultaron más significativas solo explicaban el 18% de la variación.

## DISCUSION

El período de asentamiento de las postlarvas de langosta resulta crítico, ya que el sitio seleccionado puede influir grandemente en su crecimiento y supervivencia a través de la disponibilidad de alimento y protección de agresores

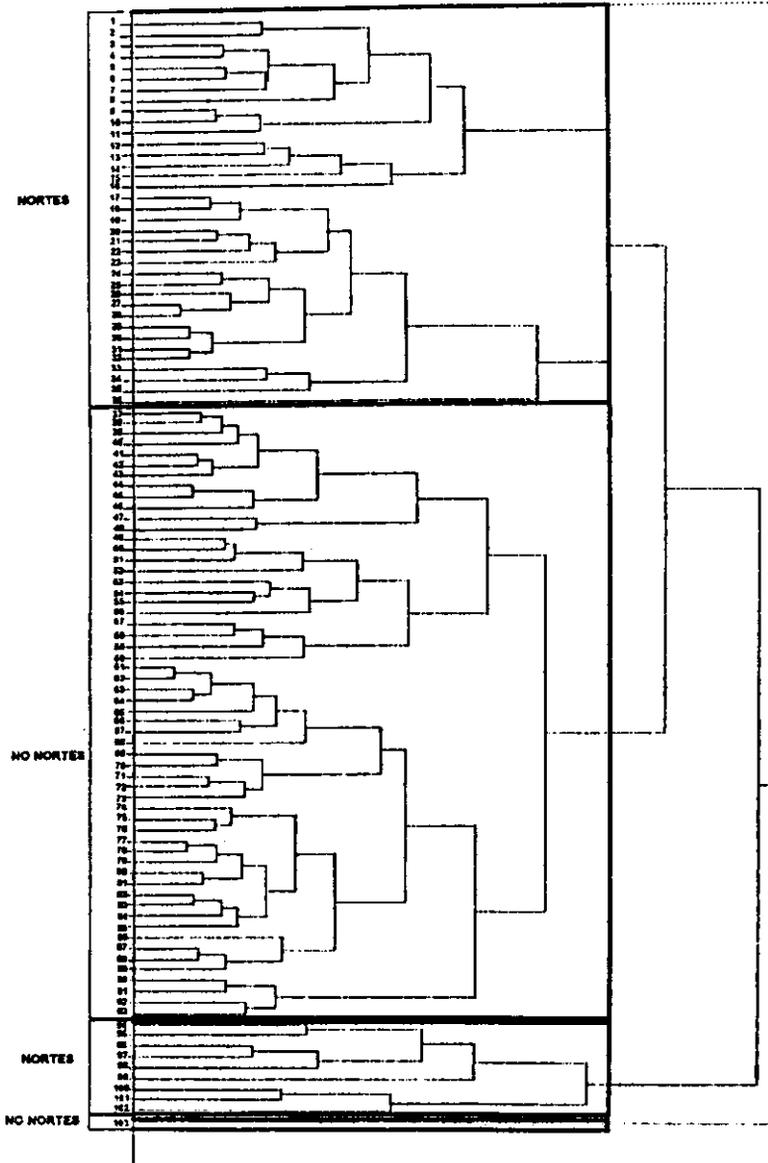


Figura 6.

Tabla 2. Resultados del análisis multivariado de dos vías.

VARIABLE	B ESTIMADA
Fosfatos	-0.44457
Silicatos	0.11596
Nitratos	-0.08806
Nitritos	-8.92879*
Amonio	-0.10058
Oxígeno	0.06568
Salinidad	-0.12222
Temperatura	-0.31431*
Profundidad	-1.72759*
Turbidez	0.72280
Temporada	2.31041*
Fase Lunar	-0.11377
Zona	-3.37847*

(Marx y Herrkind, 1985; Marx, 1986; Boudreau *et al.*, 1990). Se han planteado dos hipótesis con respecto a los mecanismos que regulan la selección del microhabitat: a) una selección activa propuesta por Thorson (1946) y b) una selección pasiva (Hannan, 1984). Pocos estudios han mostrado de manera particular la selección del habitat a esta escala dada la dificultad de dar seguimiento al movimiento de las larvas y observar el proceso fino de selección. A macroscala Phillips *et al.*, (1978, 1981) han planteado la selección activa del habitat de *P. cygnus*.

En este sentido, en el presente estudio, la mayor abundancia de postlarvas y juveniles en los colectores más que resultar azarosa fue mayor en las estaciones con exposición a corrientes, sustrato arenoso con bajo contenido de materia orgánica y en sitios con vegetación en parches, representada por pastos marinos *Thalassia* y *Syringodium* así como por algas del género *Caulerpa* y *Euchema*. Esta selectividad en el tipo de vegetación podría estar asociada en parte a la disponibilidad de alimento potencial (igualmente selectivo) que en ella se encuentre y/o a la evasión de depredadores potenciales.

El análisis de las muestras de vegetación circundante a los colectores en las estaciones I y IV mostró una gran cantidad de isópodos y anfípodos que constituyen una fuente potencial de alimento de acuerdo a Herrera *et al.*, (en prensa), los cuales representaron el mayor porcentaje en los colectores sobre todo en las estaciones de la zona no protegida. Así mismo las jaibas las cuales se observaron ocasionalmente depredando postlarvas de langosta fueron más abundantes en las estaciones de la zona protegida, lo que podría haber influido además en los resultados observados.

Herrera *et al.*, (en prensa) resalta la importancia del tipo de fondo, particularmente su geomorfología, como un elemento que puede influir en el

potencial de ocupación de los sitios y por tanto en la abundancia global de las langostas.

Es importante resaltar que el presente estudio se realizó tomando como base el asentamiento de postlarvas en los colectores, lo cual no necesariamente refleje el patrón real en los habitats naturales. En este caso el tipo de fondo en la zona protegida dada la abundante vegetación y presencia de oquedades podría representar refugios naturales potenciales lo que podría influir en la afluencia de las postlarvas a los colectores, mientras que en la zona no protegida éstos fueron menores, dado que se ha observado que éstos comienzan a representar un refugio atractivo para diversos organismos cuando se han establecido en ellos comunidades de algas locales, así como diferentes organismos que forman parte de las relaciones tróficas de las postlarvas.

Con respecto a la exposición a corrientes los resultados del presente estudio coinciden con lo reportado por otros autores para esta misma especie usando el mismo tipo de colectores en el Caribe Mexicano (Briones, 1988). Cobb *et al.*, (1983) encontraron concentraciones de larvas y postlarvas en áreas donde convergen corrientes y zonas donde se producen movimientos verticales, favoreciendo aparentemente un mayor intercambio de nutrientes.

Por otro lado la ocurrencia de postlarvas en períodos oscuros fue consistente con lo reportado por Little (1977) y Briones (1988) para esta misma especie y para otras como *P. cygnus* (Phillips, 1975) y *P. marginatus* (MacDonald, 1986).

El período de secas en el cual hubo mayor abundancia de postlarvas y juveniles coincidió con los valores más altos de salinidad y menor turbidez, así como con fluctuaciones de temperatura entre 26 y 30 grados (ver Salas *et al.*, 1991). En la época de nortes los valores más bajos de temperatura y mayor turbidez coincidieron con la menor ocurrencia de postlarvas. Serfling y Ford (1975), y Chittleborough y Phillips (1979) encontraron que no hubo asentamiento de los estadios de puerulus de *P. interruptus* y *P. cygnus* respectivamente durante invierno, estando éstas confinadas a los períodos de verano. En el presente estudio se identificó la temporada de nortes como la de menor abundancia de postlarvas de *P. argus* coincidiendo con menores temperaturas y mayor turbidez en el agua, dado que de abril a junio la transparencia del agua fue de 100%, correspondiendo a primavera (dentro de nortes de acuerdo a la clasificación del análisis de clusters) el período de mayor ocurrencia en cuarto creciente. En esta época se registraron temperaturas en un intervalo de 25° a 28 C lo cual se encuentra dentro del óptimo para las postlarvas de esta especie de acuerdo con lo reportado por Witham (1973). Por su parte Briones (1988, 1989) reporta el otoño como la estación de mayor abundancia de postlarvas de *P. argus*. Cabe mencionar que las características de las zonas estudiadas por dicho autor son muy diferentes a las del presente estudio, dado que se trata de una bahía, que por condiciones naturales se encuentra protegida y los nortes tienen un menor impacto que en este caso. Sin

embargo, no se puede afirmar que el patrón observado en este ciclo anual sea un patrón definido, ya que se necesita contar con un monitoreo por un período prolongado de tiempo para verificar si se repite de manera consistente.

Considerando que los colectores puedan cubrir las necesidades de refugio y de alimento de la comunidad que se llega a establecer en él, el conocimiento artificial podría aportar información con respecto a los elementos que pueden contribuir a su colonización. Varios autores han planteado que existe una correlación entre factores ambientales y las variaciones mensuales y anuales de postlarvas (Lazarus, 1967; Serfling y Ford, 1975; Phillips *et al.*, 1992).

En el presente estudio las diferencias entre zonas, explicadas principalmente por la turbidez, profundidad y oxígeno resultado del MANOVA (diseño 3), se explica en el sentido de que las estaciones de la zona protegida y, debido a su protección, presentaron menor turbidez que las estaciones de la zona no protegida. En relación al oxígeno disuelto es difícil de explicar dado que este parámetro no varió marcadamente entre estaciones, ni zonas, fluctuando entre ocho y diez a lo largo del ciclo anual (ver Salas *et al.*, 1991).

Las diferencias entre las épocas climáticas estuvieron atribuidas a salinidad, temperatura turbidez y nutrientes nitrogenados (NO<sub>2</sub>, NO<sub>3</sub>, NO<sub>4</sub>). Esto es debido a que en la temporada de nortes hay una disminución en la temperatura y aumento en la turbidez dado por los movimientos del agua, lo que también tiene un efecto sobre el reciclaje de nutrientes.

Del análisis de regresión múltiple se infiere que la estacionalidad (temporada o época climática) tiene un efecto sobre la abundancia definido, en última instancia, por los diversos parámetros fisicoquímicos involucrados en el análisis, de los cuales la temperatura y la profundidad mostraron ser significativos. La primera ha sido identificada por algunos autores como relevante para el desarrollo de las langostas en las diferentes etapas de su ciclo de vida (Little, 1977; Caddy, 1979; Aiken y Waddy, 1986); la segunda, establece una relación lógica en relación con la distribución de las postlarvas ya que éstas se asientan en zonas someras, observándose una disminución en la abundancia al aumentar la profundidad del cuerpo de agua (Witham, 1973; Beaumariage, 1976).

Cabe aclarar que los resultados del presente estudio pueden considerarse a un nivel de mesoescala y resultan válidos para el área de estudio y período de tiempo analizado. En general son necesarios estudios ecológicos a fondo del hábitat natural de las postlarvas, incluyendo patrones de distribución vertical, productividad y movimientos de las masas de agua complementados con monitoreo mediante colectores, así como estudios de laboratorio para entender los procesos involucrados en el reclutamiento. Por otra parte, cabe resaltar que si bien los parámetros registrados en el presente estudio explicaron solo el 18% de la variación total de la abundancia de postlarvas, la escala a la que fue realizado el estudio no puede ser extrapolada a macroescala. Es necesario además tener en

consideración otros elementos tales como aquellos que afectan los estadíos pelágicos de esta especie, como lo han resaltado algunos autores (Briones, 1989).

#### AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la M. en C. Patricia Arceo y Minerva Arce por el trabajo de campo y laboratorio, Lic. Ligia Uc Vásquez y M. en C. Luis Rodríguez Carbajal por su asistencia en los análisis estadísticos, al M. en C. Gustavo de la Cruz Agüero por su asesoría en el análisis de clusters y a la Sociedad Cooperativa de pescadores de San Felipe, así como al Sr. Miguel Marfil por su apoyo para el desarrollo del trabajo de campo. El presente trabajo se desarrolló financiado por el Departamento de Desarrollo Pesquero del Gobierno del estado de Yucatán.

#### LITERATURA CITADA

- Aiken, D.E. y S.L. Waddy. 1986. Environmental influences on recruitment of the American lobster *Homarus americanus*: a perspective. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* **43**: 2258-2270.
- Aiken, D.E. 1986. Summary of session 7: Factors affecting growth and reproduction. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* **43**: 1pp.
- Boudreau, B., E. Bourget, y Y. Simard. 1990. Benthic invertebrate larval response to substrate characteristics at settlement: shelter preferences of the American lobster *Homarus americanus*. *Marine Biology*. **106**: 191-198.
- Briones, P. 1988. Reclutamiento de postlarvas de langosta del género *Panulirus* (White 1847) en Bahía de la Ascensión Q. Roo. (parte 1). *Bol. Inf. Com. Tec. Cons: del Prog. Lang. del Golfo de México. y Caribe*. **1**: 17-19.
- Briones-Fourzan, P. 1989. Current Status of the Research on Tropical Spiny Lobsters in Mexico. Pages 369-378 In: E. A. Chavez (ed.). *Proceedings of the Workshop Australia-Mexico on Marine Sciences*. Merida, Yucatan: CINVESTAV del IPN-Unidad Merida.
- Briones-Fourzan, P. 1992. Estado actual de los estudios sobre reclutamiento de postlarvas de langosta *Panulirus argus* (LATREILLE) en el caribe mexicano. Pages 131-142. Taller México-Australia sobre reclutamiento de recursos bentónicos de Baja California. SEPESCA-INP.
- Briones-Fourzan, P. y D. Gutierrez-Carbonel. 1988. Postlarval recruitment of the spiny lobster, *Panulirus argus* (Latreille, 1804), in Bahía de la Ascensión, Q.R., México. *Proc. Gulf Carib. Fish. Inst.* **25** pp.
- Caddy, J.F. 1979. The influence of variations in the seasonal temperatures regime on survival of larval stages of the American lobster (*Homarus americanus*) in the Southern Gulf of St. Lawrence. *Reun. Cons. Int. Explor. Mer.* **175**: 204-216.
- Caputi, N. y R.S. Brown. 1986. Relationship between indices of juvenile abundance and recruitment in the Western rock lobster (*Panulirus cygnus*) fishery. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* **43**: 2131-2139.

- Chittleborough, R.G. 1975. Environmental factors affecting growth and survival of juvenile Western rock lobsters (*Panulirus longipes* (Milne-Edwards)). *Aust. J. Mar. Freshwat. Res.* **26**: 177-196.
- Chittleborough, R.G. y B.F. Phillips. 1979. Recruitment to the catchable stock of the Western rock lobster *Panulirus longipes cygnus* (George). *Reun. Cons. Int. Explor. Mer.* **175**: 139-142.
- Fuentes, D., P. Arceo y S. Salas. 1988. Consideraciones preliminares para el manejo de la Pesquería de langosta en Yucatán. Taller Regional sobre Manejo de la Pesquería de la Langosta, pp. 65-74.
- Gutierrez-Carbonell, D.G., J.S. Diaz y P. Briones. 1988. A simple collector for postlarvae of the spiny lobster *Panulirus argus* (in press). *Proc. Gulf Carib. Fish. Inst.* **41**: 19 pp.
- Hannan. 1984. Initial Settlement of marine invertebrate larvae: the role of passive sinking in a near bottom turbulent flow environment. Ph.D. Dissertation. W.H.O.I./M.I.T. Join Program, Woods hole.
- Herrera, A., g. Gonzalez, D. Ibarzabal, R. Brito, G. Gotera y E. Diaz. Biotopos del borde de la Plataforma suroccidental cubana (entre Punta Frances y Cabo Frances) y su relación con la abundancia y la distribución de la langosta *Panulirus argus* Latreille. *International Workshop on Lobster Ecology and Fisheries*. June 12-16, 1990. La Habana, Cuba. In press.
- Herrera, A., D. Ibarzabal, G. Gotera, G. Gonzalez, R. Brito, E. Diaz, C. Arrinda y J. Foyo. Caracterización ecológica de la Ensenada de Bocas de Alonzo: un área de juveniles de la langosta *Panulirus argus*. *International Workshop on Lobster Ecology and Fisheries*. June 12-16, 1990. La Habana, Cuba. In press.
- Little, E.J., Jr. 1977. Observations on recruitment of postlarval spiny lobster, *Panulirus argus*, in the South Florida Coast. *Fla. Mar. Res. Publ.* **29**: 39 pp.
- Little, E.J., Jr. y G.R. Milano. 1980. Techniques to monitor recruitment of postlarval spiny lobster, *Panulirus argus*, to the Florida Keys. *Fla. Mar. Res. Publ.* **37**: 16 pp.
- MacDonald, C.D. 1986. Recruitment of the puerulus of the spiny lobster, *Panulirus marginatus*, in Hawaii. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* **43**: 2118-2125.
- Marx, J. y W. Herrmkind. 1985. Factors regulating microhabitat use by young juvenile spiny lobster *Panulirus argus*: food and shelter. *Journal of Crustacean Biology*. **5**: 650-657.
- Marx, J.M. 1986. Settlement of spiny lobster, *Panulirus argus* pueruli in South Florida: an evaluation from two perspectives. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* **43**: 2221-2227.

- Phillips, B.F. 1975. Effect of nocturnal illumination on catches of the puerulus larvae of the Western rock lobster by collectors composed of artificial seaweed. *Aust. J. Mar. Freshwat. Res.* **6**: 411-414.
- Phillips, B.F. 1986a. Prediction of commercial catches of the Western rock lobster, *Panulirus cygnus*. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* **43**: 2126-2130.
- Phillips, B.F., P.A. Brown, D.M. Rimmer y D.D. Reid. 1979. Distribution and Dispersal of the phyllosoma larvae of the Western rock Lobster *Panulirus cygnus* in the Southeastern Indian Ocean. *Aust. J. Mar. Freshwat. Res.* **20**:773-783 pp.
- Phillips, B.F. and A.N. Sastry. 1980. Larval Ecology. Pages 11-57 In: J.S. Cobb and B.F. Phillips (eds.). *The Biology and Management of Lobsters*. Vol. II. Academic Press, New York, NY.
- Phillips, B.F. 1989. Recruitment in the fishery of the Western rock (spiny) lobster *Panulirus cygnus*. Pages 357-367 In: E.A. Chávez (ed.). *Proc. Workshop Australia-México Mar. Sci.* Mérida, Yucatán. CINESTAV-IPN, Unidad Mérida.
- Phillips, B.F. 1992. Recruitment of the spiny lobster *Panulirus cygnus* in western Australia and implications for management of spiny lobster resources. Taller México-Australia sobre reclutamiento de recursos bentónicos de Baja California, México. SEPESCA-IPN., pp. 91-96.
- Phillips, B.F. y N. G. Hall. 1978. Catches of puerulus larvae on collectors as a measure of natural settlement of the Western rock lobster. CSIRO, Division of Fisheries and Oceanography. Rep. **98**: 18pp.
- Salas, S., D. Aguilar, M.A. Cabrera y P. Arceo. 1992. Patrones de asentamiento de la langosta (*Panulirus argus*) en la costa Oriente de Yucatán. 18pp.
- Serfling, S.A. y R.F. Ford. 1975. Ecological studies of the puerulus larval stage of the California spiny lobster, *Panulirus interruptus*. *Fish. Bull.* **73**: 360-367.
- Sweat, D.E. 1968. Growth and tagging studies on *Panulirus argus* (Latreille) in the Florida Keys. *Fla. State Board of Cons. Mar. Res. Lab. Tech. Ser.* **57**: iii+30 pp.
- Thorson, G. 1946. Reproductive and larval development of Danish marine bottom invertebrates. *Meddr. Komm. Danm. Fisk. og. Havunders* (Ser. plankton). **4**:1-523.
- Witham, R. 1973. Preliminary thermal studies on young *Panulirus argus*. *Florida Scientist.* **36**: 154-158.
- Witham, R., R.M. Ingle y E.A. Joyce, Jr. 1968. Physiological and ecological studies of *Panulirus argus* from the St. Lucie estuary. *Fla. State Board of Cons. Mar. Res. Lab. Tech. Ser.* **53**: iii+31 pp.