

00344

5  
ej



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO

FACULTAD DE CIENCIAS  
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO

**CRECIMIENTO DE POSTLARVAS Y PRIMEROS ESTADIOS  
JUVENILES DE LA LANGOSTA Panulirus argus  
(Latreille, 1804) EN CAUTIVERIO**

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADEMICO DE

**MAESTRIA EN CIENCIAS**

(BIOLOGIA DE SISTEMAS Y RECURSOS ACUATICOS)

P R E S E N T A :

**FERNANDO NEGRETE SOTO**

DIRECTOR DE TESIS: DR. ENRIQUE LOZANO ALVAREZ

MEXICO, D. F.

1994

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



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 está 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.

**A MARTHA**

**FERNANDA**

**ALEJANDRO**

A MI MADRE

A MIS HERMANOS

EDITH, HECTOR Y VICTOR EDGAR

GRACIAS POR SU APOYO

Y A TODA LA SOBRINIZA

DORIAN, CARLOS ALBERTO, ARTURO, HECTOR HUGO Y "EL NUEVO"

## CONTENIDO

	pags.
LISTA DE FIGURAS.....	I
LISTA DE TABLAS.....	III
RESUMEN.....	1
INTRODUCCION.....	2
ANTECEDENTES.....	6
OBJETIVOS.....	10
AREA DE ESTUDIO.....	11
METODOLOGIA.....	13
Colecta de organismos.....	13
Alimentación.....	15
Crecimiento de los juveniles pequeños en grupo, en el MAR.....	15
Crecimiento individual de juveniles en el estanque y en el mar.....	17
En el Estanque.....	18
En el Mar.....	18
Análisis de tallas de puerulos y juveniles pequeños en los colectores.....	19
ANALISIS DE LA INFORMACION.....	19
Crecimiento de juveniles pequeños en grupo en el mar.....	19
Crecimiento individual de juveniles en el estanque y en el mar.....	20
Análisis de tallas de puerulos y juveniles pequeños en los colectores.....	21
Mortalidad.....	22

RESULTADOS.....	23
Crecimiento de los juveniles pequeños en grupo en el mar.....	23
Crecimiento individual de juveniles en el estanque y en el mar.....	31
En el estanque.....	31
En el mar.....	33
Análisis de tallas de puerulos y juveniles pequeños en colectores.....	36
Mortalidad.....	40
DISCUSION.....	44
CONCLUSIONES.....	55
LITERATURA CITADA.....	57
AGRADECIMIENTOS.....	62

## LISTA DE FIGURAS.

## Figura 1.-

a) Colector para postlarvas de la langosta Panulirus argus empleado en el presente trabajo; b) Caja contenedora de las langostas en grupo en el mar; c) Cilindro utilizado para el seguimiento individual del crecimiento de juveniles de langosta.

## Figura 2.-

Relación entre la Longitud Total (LT) y la longitud del Cefalotorax (LC) de los juveniles tempranos de Panulirus argus (datos transformados logarítmicamente).

## Figura 3.-

Temperatura promedio mensual en la superficie del mar (1991 y 1992) y en el estanque (1992).

## Figura 4.-

Crecimiento de los juveniles colocados en grupo en el mar, para cada uno de los tres experimentos. Las cruces señalan la longitud total promedio y los puntos los límites de confianza (95%). Las cifras sobre los puntos indican el número de juveniles en cada fecha de revisión.

## Figura 5.-

Variabilidad en los componentes del crecimiento (factor de crecimiento= porcentaje de incremento en LT (mm) en cada muda, y período de intermuda= días transcurridos entre dos mudas sucesivas) de los juveniles de langosta mantenidos a) En el estanque b) En el mar.

## Figura 6.-

Incremento en longitud total (LT) y en longitud del cefalotorax (LC) en cada muda, de los juveniles de Panulirus argus mantenidos en el estanque a lo largo del período de estudio. Cada línea representa un individuo; el punto inicial corresponde a la talla del organismo al momento de su introducción al estanque. Las flechas en el eje de las abscisas señalan la media del período de intermuda para cada uno de las clases de tallas (en LT, mm) consideradas, indicadas en el origen de las flechas. Las líneas cortas verticales por encima del mismo eje señalan el límite de confianza al 95% de las medias de los períodos de intermuda.

**Figura 7.-**

Incremento en longitud total (LT mm) y en longitud del cefalotorax (mm) en cada muda, de los juveniles de Panulirus argus mantenidos en los cilindros individuales en el mar, a lo largo del período de estudio. Cada línea representa un individuo; el punto inicial corresponde a la talla del organismo al momento de su colocación en los cilindros. Las flechas en el eje de las abcisas señalan la media del período de intermuda para cada uno de las clases de tallas (en LT, mm) consideradas, indicadas en el origen de las flechas. Las líneas cortas verticales por encima del mismo eje señalan el límite de confianza al 95% de las medias de los períodos de intermuda.

**Figura 8.-**

Longitud total de puerulos y juveniles pequeños de Panulirus argus obtenidos en los colectores para postlarvas que permanecieron en el agua por espacio de a) 30 días, b) 60 días y c) 90 días.

**Figura 9.-** Porcentaje de sobrevivencia por grupos de talla de los juveniles pequeños de Panulirus argus tanto en el estanque como en el mar.



## LISTA DE TABLAS.

## TABLA 1.-

Resultados a) del Análisis de Varianza y b) comparación múltiple de medias (DMS) aplicados a los datos de crecimiento en longitud total obtenidos en cada de los tres experimentos, realizados con juveniles pequeños de Panulirus argus mantenidos en grupo (gl= grados de libertad).

## TABLA 2.-

Incrementos promedio en talla y duración promedio del período de intermuda con sus respectivos intervalos de confianza al 95% obtenidos para cada clase de talla de los puerulos y juveniles pequeños de la langosta Panulirus argus mantenidos de manera individual a) en el estanque y b) en el mar.

## Tabla 3.-

Mortalidad por clases de talla con respecto al intervalo de confianza estimado para el período de intermuda respectivo, y porcentaje total de la mortalidad de los juveniles de Panulirus argus mantenidos en el estanque y en el mar.

## Tabla 4.-

Tasas de crecimiento de Panulirus argus registradas por diversos autores y en el presente estudio. (Los incrementos mensuales fueron calculados con base en la información publicada).

## RESUMEN.

Se analizó el crecimiento de los primeros estadios juveniles de la langosta Panulirus argus, en experimentos realizados durante 1991 y 1992 en Puerto Morelos, Q.R., México. El crecimiento se estudió tanto en grupo como de manera individual. Los juveniles en grupo se colocaron en cajas depositadas en el fondo del mar, y para el análisis del crecimiento individual, se utilizaron juveniles colocados en pequeños cilindros, algunos de los cuales se mantuvieron en el mar y otros en un estanque con flujo continuo de agua marina. El crecimiento se midió en longitud total (LT, mm). La relación entre la LT y la longitud cefalotorácica (LC, mm) se obtuvo a partir de datos de ambas medidas tomadas en 164 individuos; la ecuación resultante fué  $\log LC = 0.9686 (\log LT) - 0.4644$ . El crecimiento en grupo se analizó en tres experimentos, no hubo diferencias significativas entre las pendientes para las tallas promedio de cada experimento obteniéndose por lo tanto un incremento promedio mensual de 1.46 mm LC. Se presentó una gran variabilidad en el crecimiento y una pérdida continua de individuos por muerte. Se observó en el crecimiento individual una gran variabilidad tanto en el incremento por muda como en la duración del período de intermuda por lo que el Modelo de Mauchline (1977) no pudo aplicarse. Se construyó una gráfica del crecimiento individual de todas las langostas organizadas en grupos de tallas considerando la duración del período de intermuda promedio y sus intervalos de confianza para cada grupo, para ejemplificar la alta variabilidad en el incremento por muda como en la duración del período de intermuda. Se observó también una pérdida constante de individuos por muerte como resultado de un alargamiento en la duración del período de intermuda. Adicionalmente, se registro la tasa de crecimiento en el medio natural en colectores para postlarvas después de 30, 60, y 90 días de permanencia en el mar, el incremento promedio mensual fué de 2.57 mm LC. Las postlarvas no permanecen más de 30 días en los colectores. Los juveniles pequeños presentan una alta variabilidad en el crecimiento individual. Las condiciones de cautiverio afectan directamente la duración del período de intermuda y por lo tanto en el crecimiento de las postlarvas y primeros estadios juveniles de esta especie.

## INTRODUCCION.

El crecimiento es el proceso biológico de incremento gradual en tamaño o en peso de los organismos vivos. El crecimiento visto como la acumulación de nuevo tejido en los crustáceos, es un proceso continuo que solo llega a ser obvio cuando los animales mudan y se despojan de su caparazón viejo mediante un proceso denominado ecdisis que permite el incremento tanto en talla como en peso (Phillips *et al.* 1980).

Se conocen cuatro formas básicas de crecimiento para los crustáceos: 1) Crecimiento indeterminado, sin ecdisis terminal; 2) crecimiento determinado, (con ecdisis terminal) con un número variable de estadios, en el que la madurez gonádica se da previo al estadio final; 3) crecimiento determinado, con un número variable de estadios en el que la madurez se retrasa hasta el estadio final y 4) crecimiento determinado, con un número constante de estadios, en el que la madurez se retrasa hasta el estadio final (Hartnoll, 1982).

Los crustáceos decápodos de la familia Palinuridae presentan el tipo de crecimiento indeterminado, sin ecdisis terminal. Una consecuencia del crecimiento discontinuo en los crustáceos, es que éste puede ser separado en sus dos componentes, el incremento por muda o factor de crecimiento (el porcentaje de incremento en tamaño durante la ecdisis con respecto al tamaño anterior) y el período de intermuda (la duración en tiempo entre dos mudas sucesivas). Estos dos

procesos exhiben respuestas diferentes a factores externos e internos.

La estimación de la tasa de crecimiento ha sido uno de los parámetros al que se han avocado un gran número de investigaciones de langosta, debido tanto a su importancia biológica como a sus implicaciones en el manejo de las pesquerías y la acuicultura.

El crecimiento es uno de los aspectos de la biología de las langostas que causa más confusión debido a las grandes variaciones que presentan tanto el factor de crecimiento, el cual puede variar desde un incremento cero hasta un 30% de su talla anterior, como la frecuencia de muda. Aiken (1980) señaló que la variación en el crecimiento en una sola especie de langosta en diferentes áreas de su distribución puede ser tan grande como aquélla que se observa entre diferentes especies.

El ciclo de vida de las langostas espinosas (Familia Palinuridae) es largo y complejo. Presentan tres fases bien diferenciadas en las cuales habitan diferentes ambientes. Cada una de ellas tiene características, requerimientos y comportamiento particulares. Estas fases son: 1) Larvaria (filosoma); esta fase es pelágica; permanece en aguas oceánicas entre 6-11 meses y presenta hasta 11 estadios diferentes, en los cuales se van desarrollando nuevas estructuras conforme crece (Lewis, 1951; Baisre, 1964; Sims e Ingle, 1966). El último estadio de filosoma, aún en aguas oceánicas, sufre una drástica metamorfosis en una postlarva

denominada puerulo, la cual es libre nadadora. El puerulo regresa a la zona costera y una vez que encuentra un sustrato adecuado para establecerse, generalmente en hábitats someros, hace la transición al bentos, con lo cual el puerulo pierde su capacidad natatoria. 2) Juvenil; en esta fase, el puerulo muda y se convierte en el primer estadio juvenil, el cual presenta una coloración críptica (poco llamativa), vive de manera aislada y es de hábitos nocturnos. Durante las mudas subsecuentes, el juvenil crece y al alcanzar una talla de aproximadamente 20 mm de longitud de cefalotórax (LC) cambia sus hábitos solitarios, viviendo de manera gregaria con otros juveniles de su misma talla o mayores (Andreé, 1981). Los juveniles permanecen en hábitats someros, generalmente lagunas ó bahías; a estos hábitats se les conoce como áreas de crianza. En esta etapa, los juveniles presentan diversos patrones de movimientos, y según la especie que se trate, esta fase tiene una duración de entre 2 y 4 años. 3) En la fase Adulta, las langostas habitan en áreas arrecifales y en fondos más profundos, donde llevan a cabo la reproducción (Cobb y Phillips, 1980).

La ecología y el comportamiento de los estadios bentónicos tempranos o primeros estadios juveniles de las langostas son pobremente conocidos (Atema y Cobb, 1980). Existen dos razones para este vacío en la información: 1) la talla pequeña y la coloración críptica de los primeros estadios juveniles hace muy eficiente su camuflaje entre la vegetación, y reduce las posibilidades de realizar

observaciones directas para conocer su comportamiento y distribución y 2) los juveniles tempranos estan ampliamente distribuidos en bahías someras y en estuarios, lo que también dificulta su observación (André, 1981; Marx y Herrnkind, 1985a y Herrnkind y Butler, 1986).

El crecimiento de los crustáceos implica una serie de mudas, con una frecuencia de muda y un incremento por muda diferente conforme crecen. Este proceso está influenciado por factores abióticos, principalmente la temperatura, y por factores bióticos como el alimento y la disponibilidad de refugios adecuados contra la depredación. Debido a la dificultad de poder conocer los diferentes aspectos del proceso de crecimiento de los juveniles de langosta en la naturaleza, por su talla pequeña, comportamiento solitario, coloración críptica y su alta dispersión en el campo, este trabajo plantea estudiar el crecimiento de los juveniles pequeños de langosta bajo condiciones controladas de alimentación y protección, de tal manera que los resultados obtenidos en los ejemplares mantenidos en condiciones de cautiverio permitan aumentar el conocimiento acerca del proceso del crecimiento en esta etapa del ciclo de vida de las langostas.

## ANTECEDENTES.

Para algunas especies de Palinúridos los requerimientos de hábitat parecen depender de las características ecológicas de ciertas regiones en particular. Por ejemplo, En Australia Occidental los juveniles de *P. cygnus* se encuentran en densas agregaciones de algas en arrecifes someros a lo largo de la costa (Chittleborough, 1970). Los juveniles de *P. interruptus* residen de manera individual en lechos del pasto marino *Phyllospadix torreyi* a lo largo de la costa oriental de California y Baja California (Engle, 1976), mientras que los de *P. japonicus* se han registrado dentro de macizos de algas rojas (*Gelidium* spp) en ciertas regiones del Japón y los pequeños orificios que se encuentran en las rocas desempeñan un papel importante en el microhabitat de esta especie (Yoshimura y Yamakawa, 1988).

Los habitats donde se establecen las postlarvas de *P. argus* son pastizales, manglares y comunidades de algas rodofitas principalmente *Laurencia* spp (Witham et al, 1964; Andréé, 1981). Marx y Herrnkind (1985a), realizaron una descripción particular del habitat de postlarvas y primeros estadios juveniles de *P. argus* en Florida, encontrando que éstos viven asociados a macizos de algas rodofitas de *Laurencia* spp. Al parecer, estas algas les proveen tanto de protección contra la depredación, como de alimento suficiente, debido a la gran variedad de organismos que viven en los macizos algales.

Marx y Herrnkind (1985b) encontraron que los patrones de residencia de juveniles pequeños de la misma especie dentro

de los macizos de algas están en relación con la cantidad de alimento disponible. Mencionan, además, que las presiones tróficas juegan un papel importante en la regulación del número de postlarvas en un macizo algal, lo que provoca la emigración de algunas postlarvas y juveniles pequeños hacia otros macizos algales. Estos movimientos conllevan un mayor riesgo de depredación, por lo que la relación costo-beneficio de permanecer en un macizo de algas depende de los patrones de distribución de éstos macizos en la región. Asimismo, estos autores indicaron que los puerulos y juveniles evalúan la calidad del refugio de manera inmediata, de tal manera que seleccionan en que habitat asentarse.

Herrkind y Butler (1986) estudiaron los factores que influyen la selección del microhabitat, la dispersión y la susceptibilidad a la depredación, de los juveniles pequeños de *P. argus*. Los puerulos mostraron una preferencia significativamente mayor por las algas que por los pastos, debido posiblemente a la mayor complejidad arquitectónica de las primeras, lo que al parecer influencia fuertemente la selección. En el caso de los juveniles, la cantidad de alimento disponible también fue un factor determinante en la selección del microhabitat.

Al mudar los puerulos, adquieren una coloración críptica que perdura en los pequeños juveniles hasta aproximadamente 1 año de edad (incluyendo la fase larvaria) y, dependiendo de la especie, en un intervalo de 5 a 10 mm LC (Kanciruk, 1980). Los individuos de 1-2 años se encuentran aislados, no en



grupos como sucede con los juveniles mayores de 2 años. Phillips et al. (1977) han sugerido que el comportamiento gregario no está completamente desarrollado en P. cygnus hasta que los juveniles alcanzan una edad de 2+ años, mientras que en P. argus se ha encontrado que el comportamiento gregario se presenta desde tallas de aproximadamente 20 mm de LC.

Andrée (1981) realizó observaciones sobre el comportamiento de los primeros estadios de juveniles P. argus, encontrando que presentan 3 tipos de movimientos: 1) Alrededor del refugio, que incluye desplazamientos en las cercanías del refugio y posturas de guardia; 2) caminata, representada por movimientos en línea recta, y; 3) forrajeo, en el que los juveniles muestran desplazamientos sinuosos y exploran el sustrato raspándolo con los dactilopóditos para buscar su alimento. Asimismo, menciona que en los organismos estudiados su alimento estuvo compuesto de gasterópodos (50%), pelecípodos (28%), crustáceos (28%), amphineura (17%), porífera (28%) y material diverso, principalmente compuestos vegetales (78%). La principal diferencia entre la dieta de los juveniles pequeños y los juveniles de mayor talla, es el tamaño de la presa.

Se han realizado observaciones en condiciones de laboratorio (acuarios y pequeños estanques) sobre el crecimiento de algunas especies de langostas juveniles. Estos trabajos se han enfocado principalmente a los efectos de diversos factores ambientales como la temperatura, el fotoperíodo, el

oxígeno disuelto, procesos biológicos como la regeneración y la autotomía, y el alimento. En ambientes naturales los trabajos se avocan a conocer aspectos del habitat, y la composición por tallas mediante el uso de corrimientos modales, de los que se han deducido algunos parámetros de crecimiento. Entre estos trabajos destacan los de Fielder (1964) y Pollock (1973) en Jasus lalandii; Chittleborough (1975, 1976) y Phillips et al. (1977) en Panulirus cygnus; Serfling y Ford (1975) y Engle (1976) en P. interruptus; Lewis et al. (1952), Travis (1954), Sutcliffe, (1957), Sweat (1968), Witham (1973), Waugh (1981), Brito y Días-Iglesia (1983), Calinsky (1985) y Lellis y Russell (1990) en P. argus; y Yoshimura y Yamakawa (1988) en P. japonicus.

En México, Simonín (inédito) realizó observaciones sobre el comportamiento y el crecimiento de los primeros estadios juveniles de P. argus en acuarios. Midió el crecimiento en longitud, anchura y altura del cefalotorax, y con base en el modelo de Mauchline (1977) calculó el crecimiento desde puerulos hasta 13.9 mm LC, en un período de 192 días.

## OBJETIVOS.

El objetivo del presente trabajo es conocer aspectos del crecimiento y la sobrevivencia de los juveniles pequeños de la langosta Panulirus argus mantenidos en cautiverio, en grupo e individualmente tanto en el mar como en un estanque.

Los objetivos particulares son:

- Realizar estimaciones sobre el crecimiento de los juveniles pequeños en condiciones de cautiverio en el mar y en estanque comparándolas con aquellas obtenidas en juveniles en el medio natural y con las registradas en la literatura científica.
- Conocer la tasa mensual de crecimiento para esta etapa del ciclo de vida.
- Aportar los conocimientos biológicos (crecimiento y sobrevivencia) y de manejo adquiridos en este trabajo para contribuir a la mejor comprensión de esta etapa del ciclo de vida de las langostas.
- Complementar la escasa información biológica que existe sobre este estadio del ciclo de vida, y aportar información referente a su manejo para su posible uso en semicultivos.

## AREA DE ESTUDIO.

El estudio de juveniles pequeños se llevó a cabo en la Estación "Puerto Morelos" del ICMYL, UNAM, en cuyas instalaciones se ubica el estanque de flujo continuo de agua. Dentro de la laguna arrecifal frente a la Estación, fueron colocadas las langostas para los diferentes experimentos realizados.

Puerto Morelos se localiza al norte del Estado de Quintana Roo, 36 km al sur de la ciudad de Cancún, entre los 20°48' y 20°52' LN y los 86°56' y 86°54' LW. Presenta una barrera arrecifal del tipo bordeante (Jordán 1980).

Según Merino y Otero (1991), la laguna arrecifal que se extiende desde la costa hasta la barrera arrecifal frente a Puerto Morelos presenta una anchura que varía entre 350 y 1600 m. La mayor parte de la laguna se encuentra cubierta por pastos marinos del tipo de *Thalassia testudinum*. En algunos lugares cerca de la línea de costa, la roca subyacente aflora, permitiendo la implantación de corales. Las corrientes presentan valores promedio de velocidad de 10 cm/s, y su dirección dominante es de N-NE ó S-SE según la dirección de los vientos dominantes. El oleaje que se presenta en la laguna arrecifal es reducido, presentando una altura media de 14 cm con un período de 2 segundos. El régimen de las mareas es mixto y semidiurno, la temperatura media del agua es de 27.74 °C con una desviación estandar de 1.39°C; la temperatura más baja puede estar por debajo de los 24°C y la máxima registrada es de 32.85°C; la salinidad varía

entre 34.9 y 36.5°/oo. El oxígeno disuelto es de 4.99 ml/l. El pH promedio varía entre 7.87 y 8.3.

## METODOLOGIA.

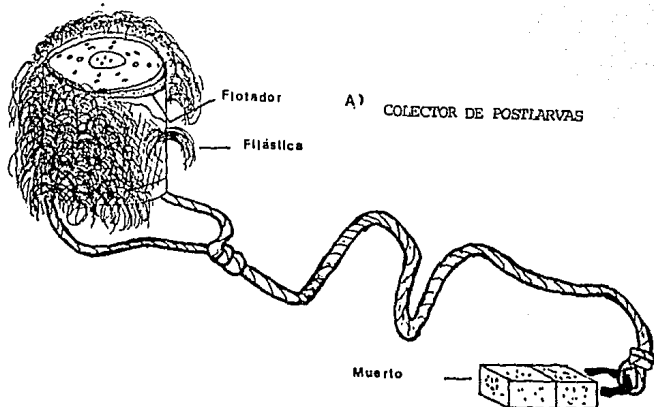
### Colecta de organismos.

En este trabajo se divide la fase juvenil en juveniles pequeños, es decir aquellos que viven de manera aislada (menores a 25 mm LC), y en juveniles intermedios (mayores de 25 mm LC) que viven de manera gregaria con langostas de su misma talla o mayores.

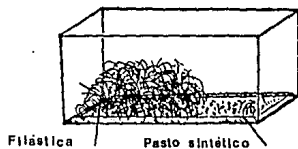
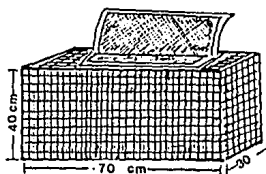
Las postlarvas y juveniles pequeños de langostas se obtuvieron en colectores tipo GuSi (Gutierrez-Carbonell *et al.*, 1991) (Fig. 1a), que actualmente se utilizan para determinar los patrones de reclutamiento de postlarvas de *P. argus* en el Caribe mexicano (Briones-Fourzán, 1993). Adicionalmente, se obtuvieron algunos juveniles de mayor talla en el medio natural.

En los colectores se obtuvieron puerulos y primeros estadios juveniles. Debido a la talla pequeña y a la fragilidad de su exoesqueleto, estos organismos no se midieron en el campo sino que se llevaron al laboratorio para obtener los datos merísticos de longitud total (LT) y longitud del cefalotorax (LC), en tanto que las langostas de tallas mayores (>15 mm LC) se midieron en el campo a bordo de una embarcación menor.

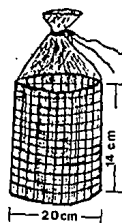
La LT se midió entre el espacio en la base de las anténulas y la parte posterior del telson. La LC se midió entre el borde interorbital hasta el borde posterior del cefalotorax, siguiendo la línea media del cuerpo. Para la LT, se empleó una regla graduada en milímetros y la LC se midió de dos maneras: en puerulos y juveniles pequeños mediante un ocular



B) CAJA CONTENEDORA DE LANGOSTAS, CRECIMIENTO EN GRUPO.



C) CILINDRO CONTENEDOR, CRECIMIENTO INDIVIDUAL



graduado en un microscopio estereoscópico y para juveniles mayores se empleó un vernier con precisión de  $\cdot 0.1$  mm.

En este estudio se consideró que para aumentar la precisión en las estimaciones de crecimiento, los individuos que crecieron fueron aquellos que tuvieron un incremento igual o mayor a 2 mm (debido a que en los mismos organismos medidos en diversas ocasiones, el error de lectura en LT fue hasta de 1 mm) o los que mostraron indicios evidentes de muda, tales como la presencia de la exuvia o restos de ella, o el cuerpo blando.

#### **ALIMENTACION.**

La alimentación que se ofreció a los juveniles fue siempre en exceso. Inicialmente consistió en carne de pescado fresco y crustáceos. Posteriormente, solamente se les dió el bivalvo *Isognomon* sp. La frecuencia de alimentación fué de cada dos días y en cada ocasión les eran retirados los restos del alimento anterior.

Por otra parte, se tomaron mediciones diarias de la temperatura del mar y del estanque mediante un termómetro de cubeta ( $\cdot 0.1^{\circ}\text{C}$ ).

#### **Crecimiento de los juveniles pequeños en grupo, en el mar.**

Para esta parte del trabajo, los individuos obtenidos en los colectores, fueron colocados en cajas de malla de alambre plastificada de 70X40X30 cm (Fig 1b). El piso interior de la caja se forró con alfombra sintética, de color verde, en la cual se fijaron mechones cortos del material del que estan



hechos los colectores de postlarvas (Gutierrez-Carbonell *et al.*, 1991), simulando la vegetación sumergida y las condiciones del habitat del que fueron sustraídos. La caja tiene en su parte superior una puerta de 50X20cm, con el objeto de extraer los animales durante las revisiones, así como para introducir el alimento. Esta tapa se mantenía cerrada con Velcro (cierre de contacto) para asegurar que ninguna langosta pudiera salir y evitar el acceso a otros organismos.

Las cajas se colocaron dentro de una nasa langostera de 120X90X40 cm, del tipo de las que se usan en la pesquería (Lozano-Alvarez y Negrete-Soto, 1991), en número de tres por nasa. Las nasas con las cajas se colocaron en la laguna arrecifal, a 200-300 m de distancia de la playa y a una profundidad de 3m.

se llevó a cabo un experimento piloto para conocer las condiciones de manejo de los individuos, estimar el error de medición en las tallas, así como la posible densidad de individuos de langosta que se podrían introducir en cada una de las cajas para los experimentos de grupo, para ello, se colocaron tres cajas con 30, 40 y 50 langostas por caja. Al cabo de 45 días, el número de individuos sobrevivientes fué de 8, 10 y 12 langostas respectivamente. Debido a lo anterior, se tomo la decisión de introducir alrededor de 10 individuos por caja en cada uno de los experimentos.

Posteriormente, se llevaron a cabo tres experimentos independientes entre sí; el primero abarcó de junio a septiembre de 1991, con un total de 33 juveniles pequeños repartidos en tres cajas. El segundo, se realizó de septiembre de 1991 a enero de 1992, en el que se emplearon un total de 41 langostas en 4 cajas, y entre enero y junio de 1992 se realizó el tercer experimento, que contó con un total de 97 langostas repartidas en 10 cajas.

En los dos primeros experimentos, las revisiones se realizaron en períodos irregulares, en tanto que durante el tercer experimento se procuró que las revisiones fueran semanales. En cada una de estas revisiones se anotó la siguiente información: fecha, Número de caja; No. de trampa; No. de langostas y LT de cada una de ellas.

### **Crecimiento individual de juveniles en el estanque y en el mar.**

Para el mantenimiento de los puerulos, postpuerulos y juveniles pequeños de manera individual tanto en el mar como en el estanque, se construyeron cilindros de 20 cm de diámetro por 15 cm de alto, contruidos del mismo material con el que se elaboraron las cajas (Fig. 1c). Estos cilindros se cerraban por su parte superior mediante un cuerda de nylon. Esta parte del trabajo se llevó a cabo de mayo a diciembre de 1992.

### **En el Estanque.**

El estanque se construyó con fibra de vidrio, y sus dimensiones fueron de 3 m de diámetro y 0.90 m de altura. El estanque fue alimentado por una bomba para agua de 1"x1 1/4"x6 1/4" a 3500 r.p.m., que suministraba agua de mar a un tinaco con capacidad de 1000 l, ubicado a 3m por encima del nivel del estanque. El agua fluía de manera continua del tinaco al estanque por tubería de PVC, con una llave en el extremo para regular el flujo del agua. El estanque desaguaba hacia el exterior mediante una salida en la parte inferior. Este sistema permitía el recambio del volumen total del agua del estanque en aproximadamente 1.5 días.

Los cilindros se suspendieron de las traveses de soporte, de tal manera que quedaban cubiertos completamente por el agua sin estar en contacto con el fondo. Se hicieron revisiones diarias de cada uno de los juveniles individuales mantenidos en cada cilindro, para determinar el tiempo exacto de la muda, registrar su crecimiento y para extraer los restos de alimento no ingerido.

### **En el Mar.**

Los cilindros se colocaron dentro de una nasa langostera para evitar su movimiento. Eran revisados cada dos días y en cada ocasión, además de alimentar a las langostas, se registraba cuáles habían presentado una muda (presencia de la exuvia o cuerpo blando).

### **Análisis de tallas de puerulos y juveniles pequeños en los colectores.**

Se construyeron diez colectores para conocer el crecimiento de los juveniles pequeños que permanecían entre las fibras del colector desde su asentamiento hasta tres meses después. Estos colectores se colocaron simultáneamente en la parte posterior del arrecife frente a Puerto Morelos, en una línea paralela al arrecife y separados entre sí por una distancia de aproximadamente 50 m. Los colectores se revisaban de la siguiente manera: cuatro de ellos se revisaron mensualmente; tres, cada dos meses, y tres más, en períodos trimestrales. Las revisiones se hacían en la fase lunar de cuarto creciente y en cada revisión eran extraídos el total de las langostas encontradas. A cada uno de los organismos recolectados en los diferentes colectores en cada revisión, se les midió la LT.

### **ANALISIS DE LA INFORMACION.**

#### **Crecimiento de juveniles pequeños en grupo en el mar.**

Para cada uno de los experimentos se analizaron los datos del incremento promedio en talla del total de los individuos en las cajas en cada fecha de revisión, puesto que las unidades experimentales (el número de individuos en las cajas) están sujetas al mismo tratamiento, por lo que los resultados pueden ser analizados en conjunto.

Las pruebas estadísticas empleadas fueron el análisis de varianza de una sola vía, las comparaciones múltiples de medias del tipo de la Diferencia Mínima Significativa (DMS), el análisis de los componentes de la varianza y la comparación de pendientes (Sokal y Rohlf, 1981; Zar, 1984).

### **Crecimiento individual de juveniles en el estanque y en el mar.**

La información generada en esta parte del trabajo se utilizó para conocer el incremento por muda y la duración en los períodos de intermuda y con estos datos aplicar el modelo de Mauchline (1977) para crecimiento de crustáceos, con la finalidad de obtener una función que describiera el crecimiento.

El modelo de Mauchline (1977) considera que el crecimiento de los crustáceos puede ser descrito en términos del factor de crecimiento (se define como factor de crecimiento al porcentaje de incremento en el tamaño del cuerpo durante la muda) y la duración de los períodos sucesivos de intermuda. El modelo se basa en dos premisas; la primera, que el factor de crecimiento tiende a disminuir conforme crece el individuo, y la segunda que el período de intermuda se incrementa entre mudas sucesivas.

Al graficar el logaritmo (log) del factor de crecimiento y el log del período de intermuda en función de la talla, se obtiene una serie de puntos que se pueden describir mediante un modelo de regresión simple. Una vez obtenidas las ecuaciones de las rectas, a partir de ellas se calcula el

porcentaje de crecimiento para cada una de las tallas, así como la duración del período de intermuda respectivo, generándose de esta manera una curva de crecimiento similar a la de Von Bertalanffy (Morgan, 1980).

Una segunda manera de analizar el crecimiento, considerando tanto el incremento en talla como la duración del período de intermuda, fué la siguiente: los datos de todos los organismos, tanto los del estanque como los del mar, fueron organizados en una escala arbitraria, en diferentes clases de tallas de LT, según su talla al inicio de los experimentos. Estas clases fueron: puerulos; juveniles <18 mm; 19 - 20 mm, y el resto en clases de tallas de 5 mm (21-25, 26-30, etc). Con este arreglo se realizó una estimación de la variabilidad en el crecimiento tanto para el incremento en talla como para el período de intermuda en cada clase de tallas, y se construyó una curva de crecimiento con el total de los organismos a lo largo del estudio tanto en el mar como en el estanque.

### **Análisis de tallas de puerulos y juveniles pequeños en colectores.**

Se analizó la distribución de tallas de los puerulos y juveniles en los colectores revisados en períodos de uno, dos y tres meses para conocer de manera indirecta (por corrimiento modal) las tallas promedio que alcanzan los individuos en ese lapso.

### **Mortalidad**

Finalmente, con la información de las langostas mantenidas en forma individual tanto en el mar como en el estanque y con el objeto de realizar una estimación de la posible relación entre la mortalidad y la duración del período de intermuda, se obtuvo la información de aquellos organismos que murieron después de su última muda, y se analizó con respecto al período de intermuda promedio de su grupo de talla.

## RESULTADOS.

El intervalo de tallas para obtener la relación entre la LC y la LT abarcó desde puerulos de 16 mm a juveniles intermedios de hasta 156 mm LT. Al analizar la regresión lineal entre ambas variables con los datos originales, el análisis de residuales mostró la presencia de varianza heterogénea (heteroscedasticidad) por lo que los datos se transformaron logarítmicamente (Zar, 1984).

La figura 2 muestra la relación entre el log LT y el log LC. La ecuación que describe esta relación es:  $\log LC = 0.9686 (\log LT) - 0.4644$  con un tamaño de muestra de 164 individuos, una  $r^2 = 0.985$  y una  $F = 0.05(1, 163) 3.90 < 11036.73 p < 0.0001$ .

La figura 3 muestra la temperatura del agua promedio mensual para 1991 y la correspondiente a 1992 tanto en el mar como en el estanque. En el estanque, la temperatura promedio fue entre 0.8 y 1.6°C menor que la temperatura del mar; sin embargo no hubo diferencias significativas entre ellas ( $t_{0.05, 2} = 0.000268 > 3.667 p < 0.0001$ ).

### **Crecimiento de los juveniles pequeños en grupo en el mar.**

Los resultados del crecimiento en grupo en el mar para cada uno de los experimentos se presentan en la figura 4. Es importante hacer notar que en los dos primeros experimentos no se incluyeron puerulos.

En el primer experimento (primavera-verano, 1991) en el ANOVA solamente se incluyeron los datos de las primeras 4 revisiones, debido a que después a este lapso, el número de individuos se redujo significativamente. Los resultados del



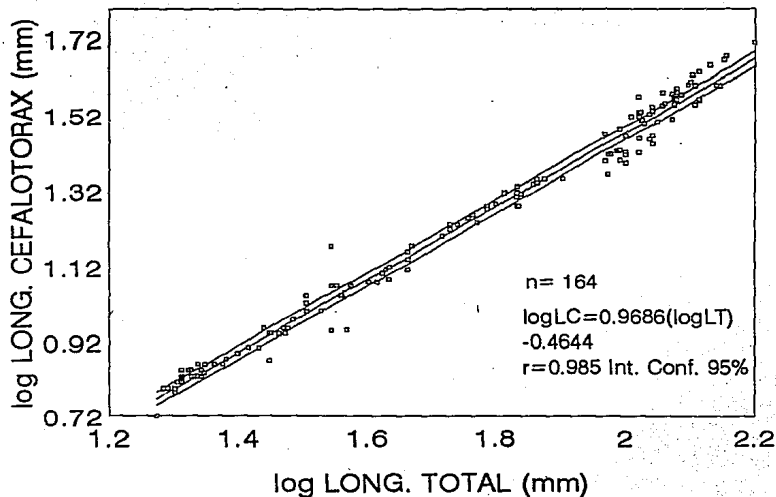


Fig. 2.- Relación entre log longitud total y log longitud del cefalotorax para juveniles pequeños de Panulirus argus.

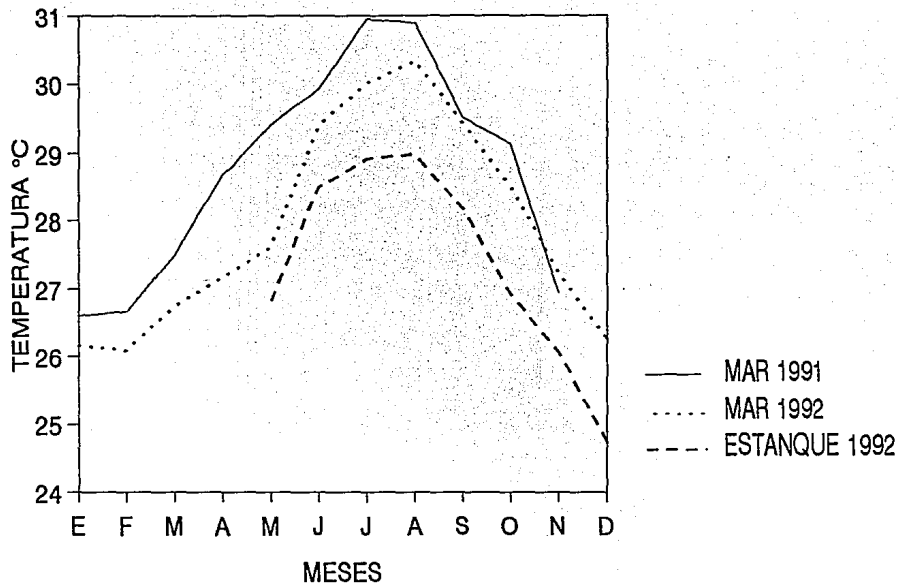


Fig 3.- Temperatura promedio mensual en la superficie del mar (1991 y 1992) y en el estanque (1992).

ANOVA mostraron que hubo diferencias significativas entre las tallas promedio en cada fecha de revisión, ( $F_{0.05}(3,87) 2.72 < 10.32$   $p < 0.0005$ ). La comparación múltiple (DMS) indicó las medias que fueron diferentes entre sí, y debido a los amplios intervalos de confianza de las medias solo difieren las primeras de las últimas (tabla 1).

El ANOVA para las 7 primeras revisiones del segundo experimento (verano-invierno, 1991-92), mostró diferencias significativas en las tallas promedio por fecha de revisión ( $F_{0.05}(6,244) 2.14 < 3.83$   $p < 0.005$ ) y los resultados de la comparación múltiple DMS son similares al anterior y se presentan en la tabla 1.

Los resultados del ANOVA para las primeras 8 revisiones del tercer experimento (invierno-primavera, 1992), indican que hubo diferencias entre las tallas promedio registradas ( $F_{7,468} 0.05 2.04 < 11.48$   $p < 0.0005$ ) y la comparación múltiple DMS dió resultados similares a las anteriores (tabla 1).

La comparación múltiple de medias en los tres experimentos señala que existen pocas medias distintas entre sí, probablemente debido tanto a los intervalos de tallas iniciales empleados en los experimentos, como a los efectos de la variación en el crecimiento. Sin embargo, es importante señalar que los intervalos de confianza para la diferentes medias en organismos de aproximadamente la misma talla (30-40 mm LT) son muy similares, independientemente del número de langostas en cada experimento, lo que puede indicar que la

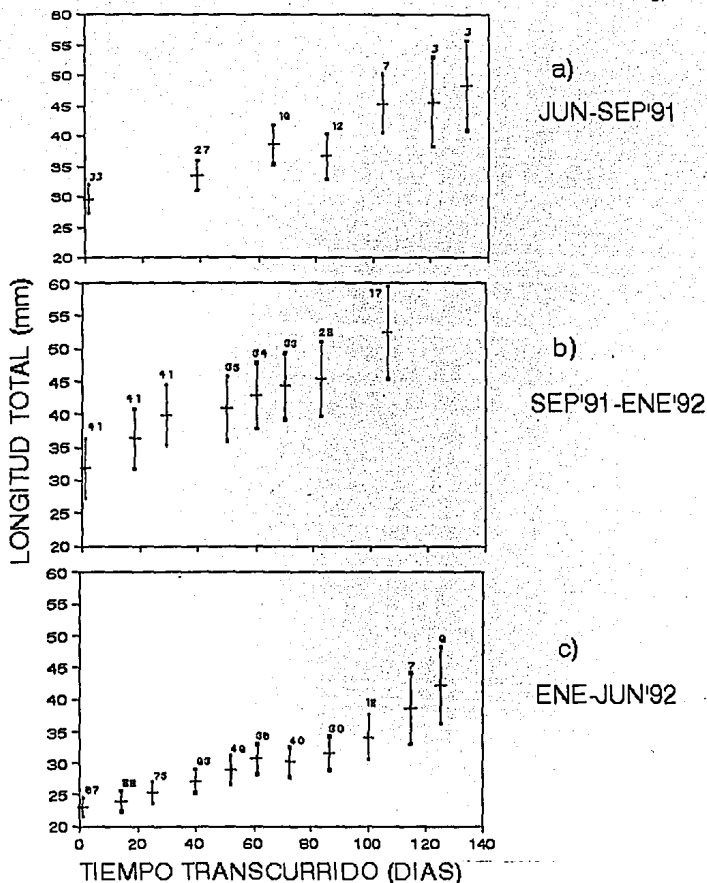


Fig. 4.- Crecimiento de los juveniles colocados en grupo en el mar, para cada uno de los tres experimentos. Las cruces señalan la longitud total promedio y los puntos los límites de confianza (95%) las cifras sobre los puntos indican el número de juveniles en cada fecha de revisión.

TABLA 1.- RESULTADOS a) DEL ANALISIS DE VARIANZA Y b) DE LA COMPARACION MULTIPLE DE MEDIAS (DMS) APLICADOS A LOS DATOS DE CRECIMIENTO EN LONGITUD TOTAL OBTENIDO EN CADA UNO DE LOS EXPERIMENTOS REALIZADOS CON JUVENILES PEQUEÑOS DE *Panulirus argus* MANTENIDOS EN GRUPO. (gl= GRADOS DE LIBERTAD)

## a) ANOVA

EXPERIMENTO	F	gl	F <sub>0.05</sub>	SIGNIFICANCIA
1 (JUN-SEP 1991)	10.32	(3,87)	2.72	p<0.0005
2 (SEP'91-ENE'92)	3.83	(6,244)	2.14	p<0.001
3 (ENE-JUN'92)	11.48	(7,465)	2.04	p<0.0005

## b) COMPARACION MULTIPLE DE MEDIAS (DMS)

## JUN-SEP 1991.

PERIODO	N	MEDIA	GRUPOS
1	33	29.6	*
2	27	33.51	**
3	12	38.58	*
4	16	36.66	*

## SEP 1991-ENE 1992

PERIODO	N	MEDIA	GRUPOS
1	41	31.82	*
2	41	36.34	**
3	41	39.9	**
4	35	40.85	**
5	34	42.79	*
6	33	44.27	*
7	26	45.38	*

## ENE-JUN 1992

PERIODO	N	MEDIA	GRUPOS
1	97	23.09	*
2	88	24.03	**
3	75	25.3	**
4	63	27.11	**
5	46	28.84	**
6	39	30.61	**
7	40	30.15	**
8	30	31.63	*

variabilidad en el crecimiento individual tiene una presencia constante y relevante, y que esta variación individual esta encubierta por la varianza asociada a los amplios intervalos de tallas empleados.

Para comprobar lo anterior, se analizaron los componentes de la varianza para cada experimento, de tal manera que se pudiese cuantificar el porcentaje de la varianza total encontrada que puede ser explicada dentro de los grupos (la variabilidad en las tallas de los organismos) y entre los grupos (aquella que se presenta entre las diferentes fechas de revisión). El porcentaje de la variación dentro de los grupos para cada experimento, fué de 68.96%, 92.65% y 74.66% y la variación entre los grupos fué de 31.03%, 7.34% y 25.33% respectivamente. El que el mayor porcentaje de la variación explicada se encuentre dentro de los grupos para los tres experimentos, y principalmente en el experimento 3, donde los intervalos de tallas al inicio del experimento fueron homogéneos y por ende se esperaría que los intervalos de confianza para la media fueran más pequeños con respecto a los otros dos experimentos, sugiere de manera más clara que la variación individual tiene un efecto importante en la estimación del crecimiento.

Para conocer si hubo un efecto estacional en el crecimiento, se realizó un análisis de covarianza para comparar las tres pendientes obtenidas mediante el modelo de regresión lineal simple, para las tallas promedio en los tres experimentos que

corresponden a diferentes épocas del año. Las pendientes no mostraron diferencias significativas ( $F_{v(2,18)} 0.05 3.55 > 1.134 p < 0.051$ ; en cambio las rectas presentaron elevaciones distintas ( $F 0.05 (2,22) 3.44 > 827.54 p > 0.0005$ ).

El que las pendientes obtenidas mediante el modelo de regresión lineal de las tallas promedio para los tres experimentos en las diferentes épocas del año no difieran de manera significativa, implica que las tasas de crecimiento fueron similares; entonces, es probable que los juveniles pequeños de Panulirus argus mantenidos en cautiverio en el mar, presenten un crecimiento muy similar en sus primeros meses de vida, independientemente de la época del año en la que se capturen, con una tasa de crecimiento promedio de 1.46 mm LC/mes (Tabla 4). Por lo tanto, es probable que la alta variabilidad observada en el crecimiento enmascare el efecto de las diversas estaciones del año. Por otro lado, el hecho de que las regresiones presenten elevaciones distintas se debe únicamente a las diferentes tallas iniciales de las langostas empleadas en cada experimento, especialmente entre los del primer y el tercer experimento (Fig. 4).

Por otro lado, cabe resaltar que en las tres primeras revisiones del segundo experimento (verano-invierno, 1991-92) (Fig. 4, tabla 1), no se presentó mortalidad y la talla promedio se incrementó de 31.8 a 39.9 mm LT, en 30 días, lo que da un incremento mensual de 8.1 mm LT (2.57 mm LC/mes).

## Crecimiento individual de juveniles en el estanque y en el mar.

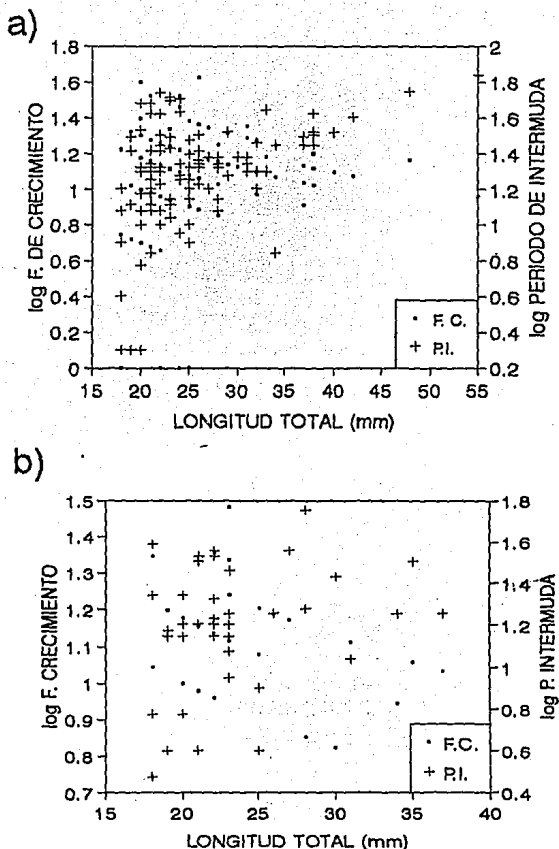
### En el estanque.

En esta parte del trabajo se introdujeron 85 langostas, puerulos y juveniles de manera individual. En la figura 5a se observa el diagrama combinado para el log del factor de crecimiento y el log del período de intermuda en relación a la LT. Los datos muestran una gran dispersión tanto en el porcentaje de incremento como en el período de intermuda para las langostas de talla similar. Se hace notar la presencia de 4 individuos que presentaron un factor de crecimiento igual a cero, es decir, mudaron pero no crecieron.

Siguiendo el modelo de Mauchline (1977), se obtuvieron las ecuaciones que explican el factor de crecimiento ( $FC=0.00445(LT)+0.9616$ ,  $r^2=0.009$ ) y el período de intermuda ( $PI=0.02134(LT)+0.7173$ ,  $r^2=0.192$ ). Dada la gran variabilidad observada, indicada por los bajos valores de  $r^2$  obtenidos, no puede aplicarse este modelo.

Por lo tanto, para ejemplificar la variación tanto en el incremento por muda, como en la duración del período de intermuda encontrada, se ordenaron los datos por clases de tallas en LT y se obtuvo el promedio con sus respectivos intervalos de confianza (tabla 2a). Con esta información, se construyó la figura 6. En ella se nota nuevamente la amplia variación de estos dos componentes del crecimiento. Es evidente que el crecimiento de los organismos que se mantuvieron desde puerulo (las líneas que salen desde el





origen en la ordenada) siguen la tendencia general del crecimiento bajo este arreglo de la información.

### **En el mar.**

En los experimentos de crecimiento individual en el mar, se introdujeron un total de 75 individuos entre puerulos y juveniles. La figura 5b, muestra el log FC y del log PI respecto a la LT para las langostas que presentaron crecimiento. Las rectas que explican estas dos relaciones son las siguientes:  $FC = -0.006565 (LT) + 1.2553$  con una  $r^2 = 0.042$  y  $PI = 0.0203 (LT) + 0.701$  con una  $r^2 = 0.099$ . De la misma manera que en el estanque, debido a los bajos valores de  $r^2$  obtenidos, tampoco pudo aplicarse el modelo de Mauchline.

Como en el caso del estanque, se ordenaron los individuos en diferentes grupos de tallas y se obtuvieron tanto las tallas como los períodos de intermuda promedio con sus respectivos intervalos de confianza para cada grupo (tabla 2b).

La figura 7 presenta la variación en el incremento por muda y la duración del período de intermuda para cada individuo. En ella se nota que, de la misma manera que en el estanque, el crecimiento también fué altamente variable; sin embargo, es clara la tendencia en el crecimiento.

Finalmente, tanto en el estanque como en el mar (Fig. 6 y 7) el número de mudas que registraron los individuos para ingresar a la siguiente clase de tallas fué similar, siendo éstas; de 1-2 mudas para la clase <18 mm LT; 3-4 en 19-20 mm LT; 5-6 para la clase de 21-25 mm LT; 7-8 en 26-30 mm LT; 9-

CRECIMIENTO INDIVIDUAL EN ESTANQUE

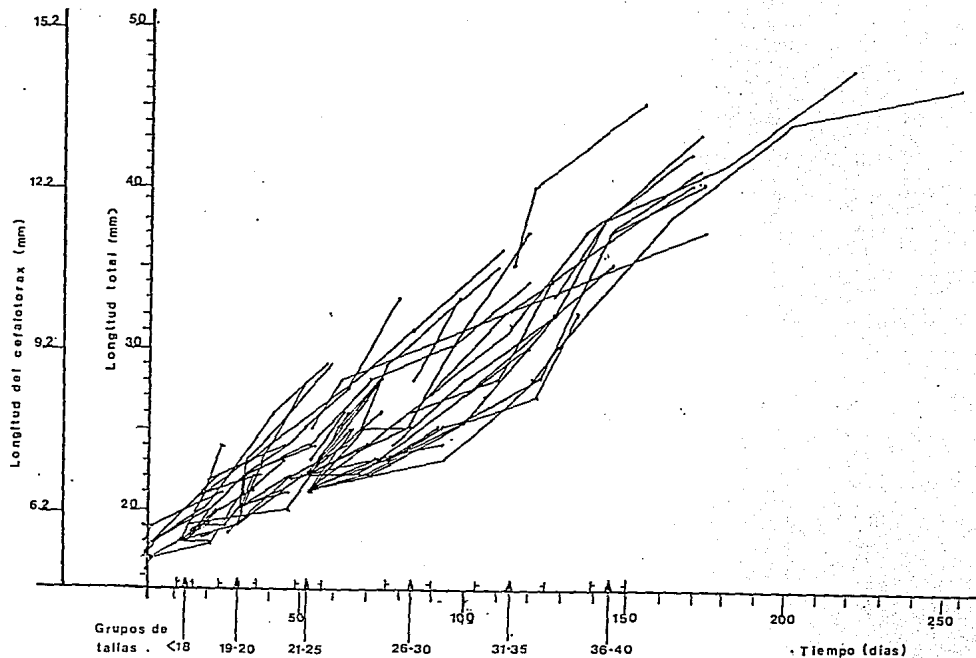


FIG. 6.- INCREMENTO EN LONGITUD TOTAL (mm) Y EN LONG. DEL CEFALOTRAX (mm) EN CADA MUDA, EN LOS JUVENILES DE *Panulirus argus*, A LO LARGO DEL PERIODO DE ESTUDIO. CADA LINEA REPRESENTA UN INDIVIDUO, EL PUNTO INICIAL COORRESPONDE A LA TALLA DEL ORGANISMO AL INTRODUCIRSE EN EL ESTANQUE. LAS FLECHAS CORRESPONDEN A LA DURACION PROMEDIO DEL PERIODO DE INTERMUDA Y SUS INTERVALOS DE CONFIANZA.

CRECIMIENTO INDIVIDUAL EN EL MAR.

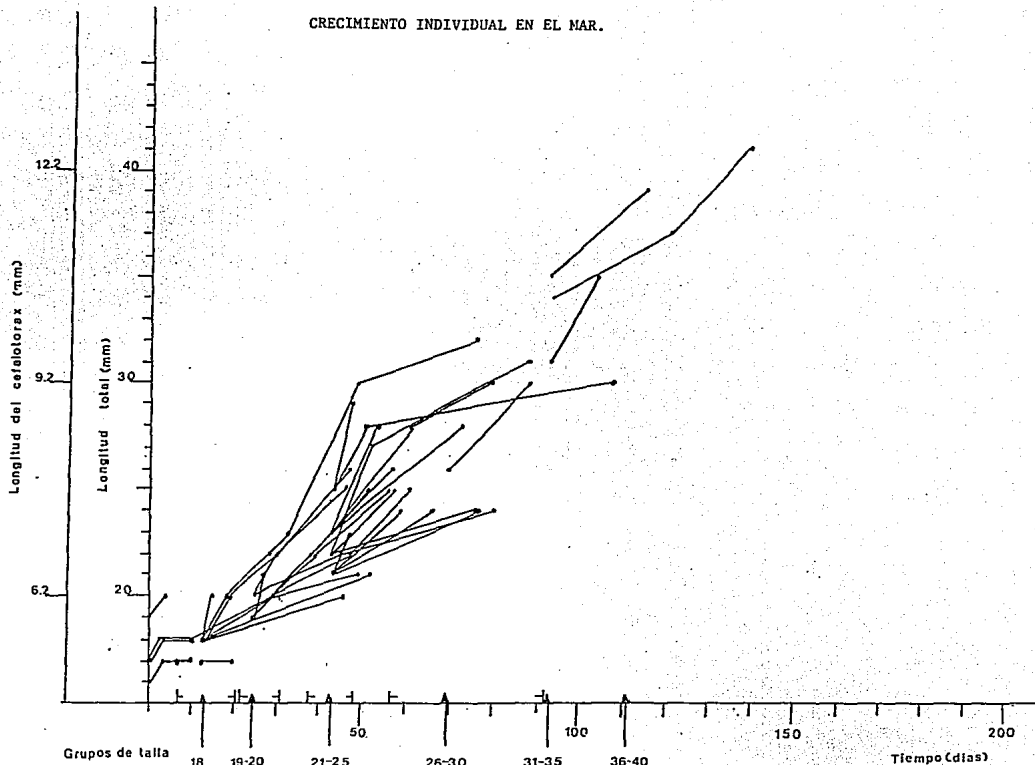


FIG. 7.- INCREMENTO EN LONG. TOTAL (mm) Y EN LONG. DEL CEFALOTORAX EN CADA MUDA, EN LOS JUVENILES DE *P. argus* CADA LINEA REPRESENTA UN INDIVIDUO Y SU TALLA DE INGRESO. LAS FLECHAS SEÑALAN A LA DURACION PROMEDIO DEL PERIODO DE INTERMUDA CON SUS INTERVALOS DE CONFIANZA.

10 para llegar a la clase de 31-35 mm LT, y 11-12 mudas para la clase de 36-40 mm LT. Sin embargo, hay que considerar que ante la variación en el crecimiento observada, éstas frecuencias de muda pueden cambiar.

En la tabla 2 se observa que la duración del período de intermuda de las langostas colocadas en el estanque, a partir del grupo de talla de 19-20 mm LT, se incrementa de manera paulatina para cada clase de tallas. En cambio, en las langostas colocadas en el mar, la duración del período de intermuda fué variable fluctuando entre 13 y 27 días para los mismos grupos de tallas. El efecto que pudiera tener la temperatura del agua en el crecimiento no puede separarse, por un lado, del efecto producido por el cautiverio y por otro lado, puede estar enmascarado por la alta variabilidad registrada en el crecimiento individual (Figs. 6 y 7, Tabla 2).

### **Análisis de tallas de puerulos y juveniles pequeños en colectores.**

En la figura 8a, se observa la frecuencia de tallas para las langostas capturadas en los colectores en períodos mensuales. La talla de la mayoría de los individuos capturados se encontró 16 y 21 mm LT, y un pequeño grupo entre 22 y 26 mm LT. En el caso de los organismos capturados en los colectores revisados cada dos meses (Fig. 8b), se presentaron dos modas, una entre las tallas 18 y 21 mm LT y otra entre 22 y 26 mm LT y algunos individuos en las tallas de 28, 30 y 35 mm LT.

TABLA 2.- INCREMENTOS PROMEDIO EN TALLA Y DURACION PROMEDIO DEL PERIODO DE INTERMUDA, CON SUS RESPECTIVOS INTERVALOS DE CONFIANZA AL 95%, OBTENIDOS PARA CADA CLASE DE TALLA DE PUERULOS Y JUVENILES PEQUEÑOS DE LA LANGOSTA *Panulirus argus* MANTENIDOS DE MANERA INDIVIDUAL a) EN EL ESTANQUE Y b) EN EL MAR.

a) ESTANQUE INCREMENTO EN LONGITUD TOTAL (mm)					b) MAR INCREMENTO EN LONGITUD TOTAL (mm)						
CL	T	N	MEDIA	LI	LS	CL	T	N	MEDIA	LI	LS
PUER.	16		0.56	0.28	0.83	PUER.	9		0.88	0.42	1.35
<18	19		1.89	1.44	2.34	<18	12		1.58	0.75	2.41
19-20	24		3.04	2.41	3.67	19-20	8		2.62	2.14	3.05
21-25	53		2.90	2.45	3.35	21-25	20		3.45	2.81	4.08
26-30	16		4.62	3.45	5.79	26-30	5		2.80	1.43	4.16
31-35	10		5.20	4.32	6.07	31-35	3		3.66	2.23	5.10
36-40	8		4.50	3.75	5.27	36-40	1		4.00	4.00	4.00
41-45	1		5.00	-	-						
46-50	1		7.00	-	-						
51-55	2		5.00	-	-						
PERIODO DE INTERMUDA (DIAS)						PERIODO DE INTERMUDA (DIAS)					
CL	T	N	MEDIA	LI	LS	CL	T	N	MEDIA	LI	LS
PUER.	16		2.5	2.0	3.1	PUER.	9		3.2	2.7	3.7
<18	19		13.5	10.9	16.0	<18	12		13.4	5.7	21.0
19-20	24		17.3	11.9	22.7	19-20	6		12.6	7.7	17.4
21-25	53		22.5	19.1	25.9	21-25	20		18.2	13.4	23.0
26-30	16		32.5	22.2	42.9	26-30	5		27.8	11.4	51.3
31-35	10		30.7	19.1	42.2	31-35	3		23.6	16.7	64.0
36-40	8		31.8	27.9	35.7	36-40	1		-	-	-
41-45	1		40.0	--	--						
46-50	1		56.0	--	--						
51-55	2		65.0	14.0	115.8						

CL T= CLASE DE TALLA (LT mm); LI= LIMITE INFERIOR; LS= LIMITE SUPERIOR; N= NUMERO DE OBSERVACIONES Y PUER.= PUERULO

Finalmente, para las langostas capturadas en los colectores revisados cada tres meses (Fig. 8c) se presentan las modas similares al caso anterior, con algunos individuos por arriba de los 30 mm LT; aquí cabe destacar la presencia de un solo juvenil de 41 mm LT.

La presencia constante de la primera moda (tallas entre 16-21 mm LT) en los colectores que permanecieron en el agua por espacio de uno, dos y tres meses indica la periodicidad en el reclutamiento mensual, pues estas tallas corresponden a la de los puerulos recientemente asentados.

En los colectores revisados cada mes (Fig 8a), los puerulos recién establecidos son los de menor talla, los juveniles de la primera moda (16-21 mm LT) probablemente se establecieron al inicio de la fase obscura, por lo que tendrían alrededor de 15 días, y las de la segunda moda (22-26 mm LT) o de mayor talla serían aquéllos que se establecieron a los pocos días de la revisión anterior de los colectores, por lo que su tiempo de permanencia en ellos sería de aproximadamente 30 días.

El que aparezcan pocos individuos en tallas mayores a los 26 mm LT en los colectores revisados cada dos y tres meses, sugiere que son pocas las langostas que permanecen en el colector por un tiempo mayor a los 30 días.

Al observar la figura 8 en conjunto, se nota un cierto corrimiento modal. La dos primeras modas se mantienen, y es posible que algunos individuos de 22-26 mm LT durante el

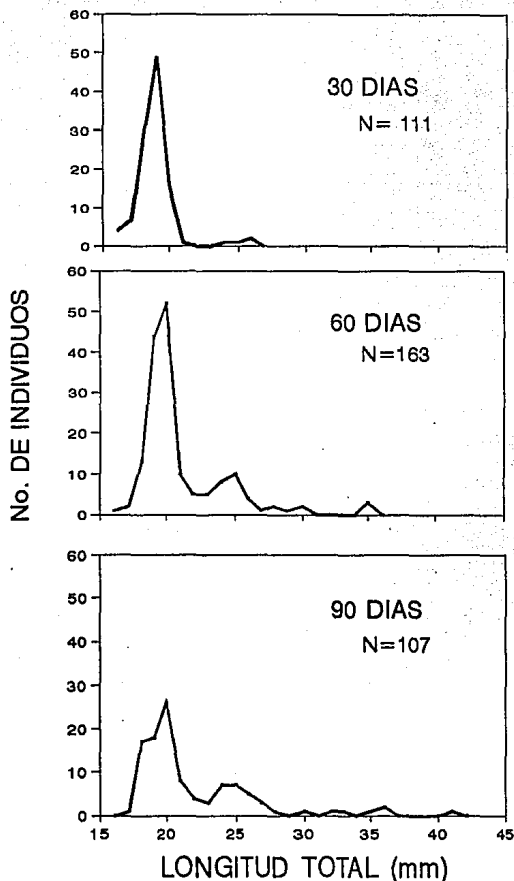


Fig.8.- Longitud total de puerulos y juveniles pequeños de *Panulirus argus* en los colectores para postlarvas que permanecieron en el agua por espacio de a) 30 días b) 60 días y c) 90 días.



primer mes, correspondan a los que aparecen a los dos meses en la talla de 35 mm LT y que uno sea el que permanece tres meses y aparezca en la talla de 41 mm. Si se considera que el tamaño promedio de llegada de puerulos al colector es de 18 mm LT (ya que se encontraron puerulos de 16 a 20 mm LT), y a los 30 días alcanzan una talla máxima de 26 mm, la mayor tasa de crecimiento que presentan será de 8.0 mm LT/mes (2.57 mm LC/mes).

### **Mortalidad.**

En los experimentos en grupo en el mar se observó una pérdida de individuos entre cada fecha de medición, con mortalidades superiores al 60% a los 100 días de haber iniciado el experimento. Sin embargo, resalta el hecho de que durante los primeros 30 días del experimento 2, la mortalidad fué nula, (y el incremento en talla promedio alto), (Tabla 4) en tanto que para los otros dos experimentos, constantemente morían individuos, principalmente los de tallas mayores.

La mortalidad de las langostas registrada en el estanque y en el mar, para cada una de las clases de tallas, se muestra en la tabla 3. La mayor mortalidad individual tanto en el estanque como en el mar, se debió aparentemente a un retraso en el proceso de la muda con respecto a la duración del período de intermuda promedio para cada grupo de tallas. La mayoría de las muertes se presentaron en las clases de tallas 19-20 y 21-25, y en ningún caso las langostas alcanzaron tallas mayores a 50 mm LT.

TABLA 3.- MORTALIDAD POR CLASES DE TALLA CON RESPECTO AL INTERVALO DE CONFIANZA ESTIMADO PARA EL PERIODO DE INTERMUDA RESPECTIVO, Y PORCENTAJE TOTAL DE LA MORTALIDAD DE JUVENILES PEQUEÑOS DE LA LANGOSTA Panulirus argus MANTENIDOS a) EN EL ESTANQUE Y b) EN EL MAR.

		ESTANQUE							
		CLASES DE TALLA ( LT mm)							
	N	PUER.	<18	19-20	21-25	26-30	31-35	36-40	%
SUPERIOR	44	-	-	8	20	7	4	2	58.66
DENTRO	12	-	-	3	2	4	2	1	16.00
INFERIOR	19	-	-	1	7	3	4	-	25.33
N=	75								

		MAR							
		CLASES DE TALLA (LT mm)							
	N	PUER.	<18	19-20	21-25	26-30	31-35	36-40	%
SUPERIOR	37	3	2	13	14	2	-	-	50.68
DENTRO	23	-	4	9	3	4	3	-	31.50
INFERIOR	13	2	6	4	-	1	-	-	17.8
N=	73								

PUER.= PUERULOS; SUPERIOR= NUMERO DE ORGANISMOS QUE AL MORIR HABIAN TENIDO UN PERIODO DE INTERMUDA MAYOR QUE EL LIMITE SUPERIOR DE CONFIANZA DE LA MEDIA DE SU CLASE DE TALLA (RETRASO EN LA MUDA); DENTRO= NUMERO DE ORGANISMOS QUE MURIERON DENTRO DE LOS LIMITES DE CONFIANZA DE LA MEDIA DE SU CLASE DE TALLA; INFERIOR= NUMERO DE ORGANISMOS QUE AL MORIR HABIAN TENIDO UN PERIODO DE INTERMUDA MENOR QUE EL LIMITE INFERIOR DE CONFIANZA DE LA MEDIA DE SU CLASE DE TALLA (PREMATURA).

Las langostas muertas durante el desarrollo del trabajo se inspeccionaron y se observó que muchas de ellas presentaban indicios de encontrarse próximas al proceso de ecdisis (suavizamiento en la línea por donde abre el cefalotorax [branquiesteguitos] y/o que la membrana entre el cefalotorax y el abdomen [membrana intersegmental] se encontraba hinchada).

Así mismo, se analizó el comportamiento de la sobrevivencia por grupos de talla para los individuos colocados de manera individual en el mar como en el estanque (Fig. 9) en el estanque la sobrevivencia es del 100% para las tallas pequeñas decayendo de manera continua, en tanto en el mar la sobrevivencia muestra un fluctuación en todos los grupos de talla. Se destaca aquí que para el grupo de talla de 1-20 mm LT presentan la caída más brusca en el porcentaje de sobrevivencia con respecto del grupo anterior, lo que podría señalar que esta es una talla crítica en el crecimiento de los juveniles pequeños de langosta.

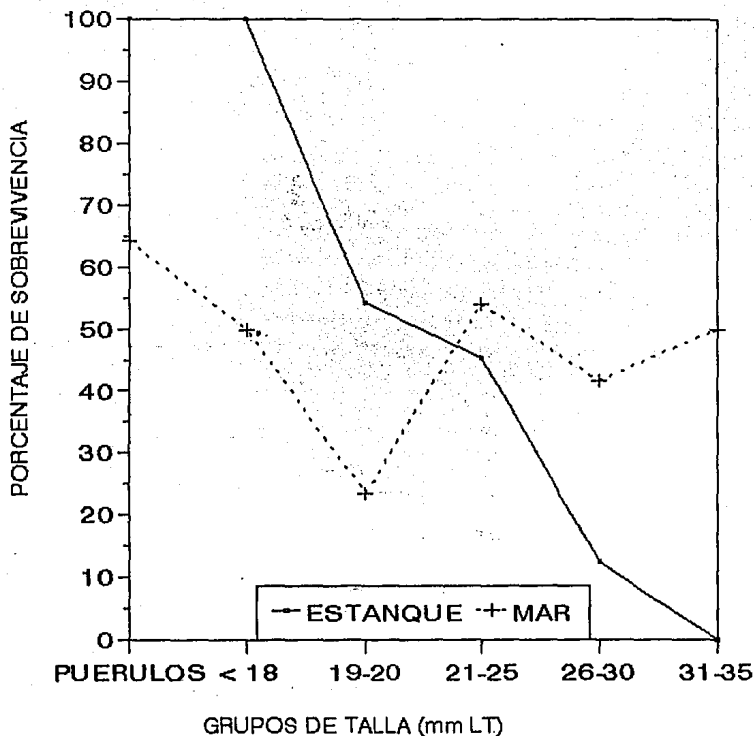


Fig. 9.- Porcentaje de sobrevivencia por grupo de talla de los juveniles pequeños de *Panulirus argus* tanto en el estanque como en el mar.

## DISCUSION.

El crecimiento de los crustáceos es un proceso que esta influenciado de manera múltiple, y el estudio del crecimiento en condiciones que no son las naturales produce información que puede estar sesgada o subestimada para los dos componentes del crecimiento: el incremento por muda y la duración del período de intermuda. Estos dos componentes del crecimiento responden de manera particular a los cambios intrínsecos y extrínsecos; la combinación de ellos y sus respuestas dan como resultado el crecimiento (Hartnoll, 1982).

Son pocos los trabajos sobre el crecimiento de Panulirus argus en juveniles pequeños o desde puerulos. En la tabla 4, se presenta un cuadro comparativo del crecimiento de P. argus, principalmente en sus etapas juveniles, registrados en la literatura y los resultados obtenidos en el presente trabajo. En esta tabla, se observan las diferencias tanto en las estimaciones mensuales del crecimiento, como en los intervalos de talla empleados. La mayor tasa de crecimiento la obtienen Calinsky (1985) y Baez-Hidalgo, et al (1991), cuyas estimaciones estan por arriba de los 4.5 mm LC/mes. Las menores tasas de crecimiento son los registrados por Lewis, et al (1952) (1.04 mm LC/mes) y Simonín (inédito) (1.24 mm LC/mes). Entre estos dos extremos, es clara la poca uniformidad en las diversas estimaciones de los incrementos mensuales registrados, además de los intervalos de talla y las metodologías empleadas, por lo que realizar comparación

**Tabla 4.- TASAS DE CRECIMIENTO DE *Panulirus argus* REGISTRADAS POR DIVERSOS AUTORES Y EL PRESENTE ESTUDIO. (LOS INCREMENTOS MENSUALES FUERON CALCULADOS CON BASE EN LA INFORMACION PUBLICADA).**

AUTOR	INCREMENTO MENSUAL (mm)	I. T. (mm) LC	METODO	DURACION DEL ESTUDIO
Lewis, et al. (1952)	1.04	6-17	Acuario	----
Sweat, (1968)	1.71	6-46	Acuario	----
Witham et al. (1968).	3.13	6-62	Acuario	18 meses
	3.82	6-32	"	7 meses
	4.24	6-39	"	"
	3.9	6-33	"	"
Witham (1973).	2.05	7-11.6	P. modal	T. amb.
	2.65	19-25	"	17-26°C
	3.30	19-26	"	26°C
Calinsky (1985)	4.7	>30	Habitat art.	1 mes
	5.1	"	"	2 meses
	6.2	"	"	3 meses
Lellis y Russell (1990).	1.97	6-11	Acuario	2.5 meses
Baer-Hidalgo et al (1991).	5.04	9.7-50	Acuario	8 meses
Cruz, et al. (1992)	3.2	6-38	P. modal	10 meses
Simonin (inédito)	1.24	6-13.9	C. I. M.	6 meses.
Este estudio	1.46	7.1-15.9	C. G. M.	
	2.57		C. G. M. **	
	2.57	5.6-7.75	Colectores	30 días

\*\* Experimento #2, durante los 30 primeros días y sin mortalidad.

I. T. = Intervalo de tallas; P. modal= Progresión modal; Cap-rec.=Captura-recaptura; T. amb.=Temperatura ambiente; C.I.M.= Cautiverio individual en el mar; C.G.M.= Cautiverio en grupo en el mar.

alguna resulta poco realista; sin embargo, permite resaltar el hecho de que el crecimiento en las langostas es altamente variable y que estos crustáceos responden de manera diferencial a las condiciones a las que fueron sometidos. Por otra parte, J. Baisre (comunicación personal) realizó estimaciones de la tasa de crecimiento natural para *P. argus* mediante progresión modal de muestreos mensuales en zonas de juveniles en Cuba, y encontró una tasa de crecimiento mensual de 3.1 mm LC.

Ante tal variación, las tasas de crecimiento obtenidas en este trabajo están dentro de los valores registrados en la literatura, y probablemente las diferencias entre ellas son debidas básicamente a las condiciones en las que se desarrolló cada estimación. Aparentemente hubo un efecto de la mortalidad sobre las tasas de crecimiento en los experimentos en grupo, como puede notarse en el segundo experimento donde a los 30 días de iniciado éste, el incremento mensual promedio fué de 8.1 mm LT (2.57 mm LC/mes) el cual es prácticamente igual a la tasa de crecimiento obtenida en los colectores en el medio natural (tabla 4).

La variabilidad en el crecimiento es una respuesta adaptativa a la heterogeneidad del ambiente en el cual se establecen las langostas en las primeras etapas de su vida bética, resultado de un proceso evolutivo (Hartnoll, 1982). En la naturaleza los juveniles pequeños han desarrollado estrategias adaptativas muy importantes, Andrée (1981) menciona que estas estrategias son el forrajeo generalista y

de manera solitaria, el cual reduce la competencia entre coespecíficos y permite cambiar de un alimento a otro en respuesta a modificaciones repentinas en la disponibilidad de los recursos. La otra estrategia importante son los mecanismos antidepredatorios, tales como restringir su actividad a las cercanías de su refugio y el patrón de pigmentación poco llamativo.

En este trabajo, en el diseño de los experimentos en grupo en el mar, se consideró que las langostas estuvieran sometidas a condiciones lo más naturales posible, de tal manera que la alimentación y la temperatura fueran las únicas variables a las que se les podía atribuir la variación resultante en el crecimiento. Sin embargo, queda claro que con los resultados del análisis de los componentes de la varianza obtenidos, que la variación en el crecimiento individual es un factor importante a considerar, si bien esta variación se encontraba disimulada tanto por la varianza de la talla promedio, debido a los amplios intervalos de talla utilizados, como por el efecto estacional durante los diferentes experimentos (Tabla 1, Figs. 3 y 4).

Esta gran variabilidad tanto en el incremento por muda, como en la duración del período de intermuda, quedó confirmada con el seguimiento individual del crecimiento de las langostas en el estanque y en el mar (Figs. 6 y 7).

El que no se haya podido utilizar el modelo de Mauchline (1977), se debe a la gran variabilidad en los componentes del crecimiento y a que se empleó un estrecho intervalo de



tallas. Sin embargo, se han realizado observaciones en diferentes especies de palinúridos que corroboran el hecho que al aumentar la talla de los individuos el incremento por muda declina y el período de intermuda aumenta, tal y como lo plantea el modelo (Pollock, 1973, en Jasus lalandii; Witham et al., 1968, y Hunt y Lyons, 1986 en P. argus).

Respecto a la variabilidad en talla observada en los puerulos que se obtuvieron en los colectores, ésta fué de 16 hasta 20 mm LT (aproximadamente entre 5-6 mm LC), y las tallas posteriores dependen, en un principio, de la talla inicial. Además, como se observó en el estanque, algunos puerulos y juveniles pequeños presentaron para una misma talla mudas sin crecimiento (Figs. 6 y 7); lo anterior hace aún más evidente la variabilidad individual en el crecimiento de los primeros estadios juveniles de las langostas.

La presencia constante de una moda entre 16-21 mm LT en los colectores revisados mensual, bimestral y trimestralmente, indica el reclutamiento continuo de postlarvas a los colectores, que a su vez está relacionado con el ciclo lunar y particularmente con la iluminación nocturna, esto es, arriban mayor número de puerulos en las fases oscuras (entre cuarto menguante y cuarto creciente) y este patrón se mantiene a lo largo del año (Briones-Fourzán, et al., 1989; Briones-Fourzán, 1993; Simonín, inédito).

Por otra parte, una posible explicación al hecho que permanezcan solo algunos individuos en los colectores revisados cada dos y tres meses, es que los colectores

satisfacen los requerimientos de alimentación y protección de las langostas solamente hasta cierta talla. Al respecto, Andreé (1981) menciona que la actividad de las postlarvas se restringe a una área muy cercana a su refugio. Marx y Herrnkind (1985a y 1985b) indican que los primeros estadios juveniles de *P. argus* se encuentran en macizos aislados de *Laurencia* spp tanto porque les ofrece un refugio adecuado, como por la gran cantidad de organismos que ahí se encuentran y que les sirven como alimento. Conforme crecen y hasta que alcanzan tallas de 10-15 mm LC (30-45 mm LT) amplían su ámbito de actividad de forrajeo a las inmediaciones del macizo algal.

Solamente algunos individuos de estas tallas se encuentran en los colectores, indicando posiblemente que los primeros estadios juveniles los abandonen en busca de ambientes más adecuados, y que el tamaño máximo que se observa en los colectores probablemente señala la talla que alcanzan las langostas a los dos y tres meses de haberse asentado en el medio natural (Fig. 8).

Por otra parte, Calinsky (1985) señala que los intervalos de talla de las langostas que permanecieron en sus habitats artificiales hasta tres meses fueron amplios (hasta 5 mm LC de diferencia). Menciona además, que las langostas comienzan la búsqueda de un mejor habitat después de un lapso de tres meses, a una talla promedio de 24.2 mm LC.

Uno de los factores físicos que tiene mayor influencia en el crecimiento es la temperatura del agua, ya que afecta tanto

la tasa de incremento por muda como la duración del período de intermuda (Lellis y Russell, 1990). Serfling y Ford (1975) en P. interruptus y Phillips et al. (1977) en P. cygnus, indican que las langostas mantenidas a temperatura ambiente muestran un incremento considerable en el período de intermuda durante el invierno (por lo tanto, su tasa de crecimiento disminuye), invirtiéndose esta tendencia durante el verano, lo que aparentemente es una respuesta a cambios en la temperatura, indicando que el crecimiento en realidad fluctúa a lo largo del año (Phillips et al. 1977).

Hunt y Lyons (1986) señalan que la tasa de crecimiento de P. argus varía en diferentes épocas del año debido a las diferencias de temperatura, y que la duración del período de intermuda en la época de invierno aumenta hasta un 50%.

Lellis y Russell (1990) indican que el mayor crecimiento de los primeros juveniles de esta misma especie ocurre entre 29-30°C, con un óptimo en la conversión del alimento a temperaturas ligeramente inferiores; además, señalan que a 24°C existe un aumento en la duración del período de intermuda y un menor incremento en talla en cada muda. Resultados similares fueron registrados por Díaz-Iglesia et al. (1991) con P. argus en Cuba.

A pesar de lo anterior, el posible efecto de este factor en el crecimiento de los juveniles de langosta en los experimentos que se llevaron a cabo en el presente estudio, quedó enmascarado debido a la variabilidad intrínseca en el crecimiento individual de las langostas, tal y como se

observó tanto en los experimentos de crecimiento en grupo (Fig. 4) como en el crecimiento individual (Figs. 6 y 7).

Phillips *et al.*, (1977) describieron cuatro fases en el crecimiento desde puerulo para *P. cygnus*: en la primera, de puerulo a postpuerulo, se presenta una disminución en la talla, seguido de una tasa lenta de crecimiento con amplios periodos de intermuda. En la segunda fase, entre las mudas 3 y 7, se presenta un incremento gradual de talla en las mudas sucesivas pero con poco cambio en el periodo de intermuda. En la tercera fase, de la muda 7 a la 13, hay un incremento en la duración del periodo de intermuda y un incremento lineal en el incremento por muda, y la cuarta y última fase, más allá de la muda 13, se caracteriza por haber poco aumento en el incremento por muda y un periodo de intermuda altamente variable.

Simonín (datos no publicados), registró la misma disminución en la longitud del cefalotorax en la primera muda del puerulo de *P. argus*, pero además, señala que el mayor crecimiento se presentó en la altura y en la anchura del cefalotorax. Además, encontró una cierta sincronía en el tiempo de duración del periodo de intermuda para langostas pequeñas de una misma talla.

La frecuencia de muda encontrada en este trabajo concuerda en términos generales con lo descrito anteriormente; sin embargo, hay que considerar de nuevo que la frecuencia de muda y las tallas alcanzadas puede cambiar debido a la alta variabilidad en el crecimiento.

Calinsky (1985) menciona que los puerulos de P. argus alcanzan una talla promedio de 10.7 mm LC en un mes, y con 3 a 4 mudas. A los dos meses alcanzan una talla de 16 mm LC con 2-3 mudas más y a los tres meses miden 24.2 mm LC con 1-2 mudas más. Las tallas alcanzadas son superiores y la frecuencia de muda menor a la encontrada en este trabajo.

Por otro lado, diversos autores señalan que el confinamiento de las langostas ejerce un efecto directo en el proceso de crecimiento, dando como resultado un crecimiento inferior respecto del que se encuentra de manera natural, debido a la dificultad de igualar las condiciones naturales (Sutcliffe, 1967, Travis, 1954, Serfling y Ford 1975).

Finalmente, con respecto a la mortalidad en los experimentos de las langostas mantenidas en grupo, se presentó una mortalidad constante de individuos sin conocer claramente a que fue debida, lo que probablemente provocó una subestimación en las tasas de crecimiento mensual. Por otra parte, en el seguimiento individual de las langostas, la mortalidad fué producto de un alargamiento en la duración del período de intermuda promedio para cada grupo de tallas (tabla 3). Al respecto, Calinsky (1985), registró una sobrevivencia para puerulos de P. argus en el primer mes de vida de 14.4%, a los dos meses, de 5.9% y, a los tres meses solamente el 5.3% sobrevivieron. Estos valores son semejantes a los registrados por Lellis y Russell (1990) y Baez-Hidalgo et al. (1991) para la misma especie.

Phillips et al. (1977) en P. cygnus y Fielder (1964) en Jasus lalandii, mencionan que la mayor mortalidad se presentó previa al proceso de muda (ecdisis).

En este sentido, Chittleborough (1975) señala que el proceso de muda implica un alto riesgo para las langostas, ya que cualquier retraso en la liberación de su propia exuvia durante la ecdisis, significa que la toma de agua pueda propiciar que el animal quede atrapado en su propio exoesqueleto, provocándole la muerte. Asimismo, Castell y Kean (1986) mencionan que una alta tasa de crecimiento en los primeros estadios conduce a un desarrollo relativo de síntomas de deficiencia, tales como fallas en la muda, reducción en el crecimiento, síndrome de muerte por muda o alta mortalidad.

Además de lo anterior, es importante considerar los aspectos de la calidad de las dietas y características nutricionales del alimento que se les brinda a las langostas en cautiverio. El contenido en proteínas aminoácidos, ácidos grasos, fosfolípidos, esteroides, minerales vitaminas, etc. son importantes para conformar la estructura y la función del organismo. Las deficiencias en algunos de ellos provocan disminución en el crecimiento, fallas en el proceso de muda, en la producción de hormonas sexuales entre muchas otras cosas. En este aspecto existe una escasez de información principalmente en las langostas espinosas.

Debido a todo lo anterior, no debe considerarse la talla promedio obtenida como el tamaño que alcanzan las langostas a

un tiempo determinado, sino que habría que contemplar los amplios intervalos de talla que pueden alcanzar, producto de la alta variabilidad en el crecimiento individual.

Al respecto, Witham et al. (1968) indican que el amplio intervalo de tallas alcanzadas por langostas dentro de un mismo grupo de edad, impide relacionar de manera directa la talla con la edad.

La variación en el porcentaje de incremento por muda entre los diferentes estadios es común entre los crustáceos. En algunos, este porcentaje de variación pueden incrementarse, mantenerse constante o decrecer conforme aumenta el número de estadios. Conocer esta variación es importante porque permitiría establecer los intervalos de talla para cada uno de los estadios (Hartnoll, 1982).

La alta variabilidad y la baja sobrevivencia observada a lo largo de los experimentos realizados en este trabajo, señalan que debe tomarse en cuenta el efecto de ambos factores además del efecto del cautiverio sobre las langostas si se quiere realizar algún tipo de experiencias con el semicultivo de este importante recurso pesquero.

## CONCLUSIONES.

El crecimiento de las postlarvas y primeros estadios juveniles de la langosta *P. argus* es relativamente rápido, presentando una gran variabilidad individual.

El mayor incremento en talla se observó en los individuos que permanecieron de manera natural en los colectores (2.57 mm/LC mes). Sin embargo, los colectores no son adecuados como ambientes ideales ya que la mayor parte de las langostas que alcanzan tallas superiores a 26 mm LT tienden a abandonar los colectores aproximadamente a un mes de su establecimiento.

La menor tasa de crecimiento se obtuvo en los juveniles mantenidos en cautiverio de manera grupal en el mar (1.46 mm LC/mes), donde los intervalos de talla empleados y la gran variabilidad en el crecimiento individual, probablemente enmascararon el efecto de otros factores. Además, la continua mortalidad, principalmente de los individuos de mayor talla, probablemente provocó una subestimación de la tasa de crecimiento. Sin embargo, al no presentarse mortalidad en los 30 primeros días del segundo experimento en grupo en el mar, la tasa de crecimiento promedio (2.57 mm LC/mes) fué similar a la encontrada en las langostas que permanecieron en los colectores.

La alta variabilidad individual en los componentes del crecimiento es un factor de suma importancia en juveniles pequeños de langosta, y que debe ser considerados en los posibles experimentos de semicultivo de estos crustáceos, así



como en las evaluaciones poblacionales y en la aplicación de modelos pesqueros.

Las condiciones en las que se mantuvo a los juveniles en el estanque fueron aparentemente adecuadas para organismos hasta una talla de 20-30 mm LT, ya que los períodos de intermuda y las tallas que alcanzaron no difirieron en gran medida de las alcanzadas de manera natural por los juveniles que permanecieron en los colectores. Sin embargo, el confinamiento tiene una fuerte influencia en la duración del período de intermuda, que produce una menor tasa de crecimiento y una mayor probabilidad de muerte. Sería recomendable desarrollar trabajos conducentes a aclarar este aspecto y relacionarlo con los cambios de habitat, dieta y movimientos que muestran las langostas en su desarrollo ontogenético en el medio natural.

**LITERATURA CITADA.**

Aiken, D. E. (1980). Molting and growth In: Cobb, J. S. and B.F. Phillips (1980). The Biology and Management of Lobsters. Vol. I: Physiology and Behavior. Academic Press. New York. 461 pp.

André, S.W. (1981). Locomotory activity patterns and food items of benthic postlarval spiny lobster, Panulirus argus. Ms Thesis. Florida State University. College of Arts and Sciences. 50 p.

Atema, J. and J. S. Cobb (1980). Social Behavior. In: Cobb, J. S. and B.F. Phillips (1980). The Biology and Management of Lobsters. Vol. I: Physiology and Behavior. Academic Press. New York. 461 pp.

Baéz-Hidalgo, E. Díaz-Iglesia, R. Brito-Pérez (1991). Edad y crecimiento de la langosta Panulirus argus en la plataforma suroccidental de Cuba. Rev. Inv. Mar., (Cuba) 12(1-3):193-201.

Baisre, J.A., (1964). Sobre los estadios larvarios de la langosta común Panulirus argus. Contrib. Centro Inv. Pesq. Bauta (Cuba) 19: 1-37.

Briones-Fourzán P. (1993). Reclutamiento de postlarvas de la langosta Panulirus argus (Latreille, 1804) en el Caribe mexicano: Patrones, posibles mecanismos e implicaciones pesqueras. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias, Universidad nacional Autónoma de México. 142p.

Briones-Fourzan P., D. Gutiérrez-Carbonell and J.A. Simonín D. (1989). Postlarval recruitment of spiny lobsters of the genus Panulirus (White, 1847) in Ascension Bay, Q.R. México. Final report Inst. Cienc. Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México/ World Wild Life Fund./ Asoc. Amigos de Sian Ka'an. A.C. 42p.

Bruto, P. R., y E. Díaz-Iglesia (1983). Observaciones sobre el consumo de alimento y su efecto sobre el crecimiento en juveniles de langosta Panulirus argus en el laboratorio. Rev. Inv. Mar., (Cuba) 4 (2): 75-90.

Calinsky, M.D. (1985). Settlement, growth and survival of puerulus to juvenile stage spiny lobster in artificial nursery habitats and potential application of such habitat to Florida Fishery. p1-3. In: W.F. Herrnkind (ed) Proceedings of a Workshop on Florida Spiny Lobster Research and Management. Florida Sea Grant Tech. Pap. 32.

Castell, J.D. and J.C. Kean (1986). Evaluation of the role of nutrition in lobster recruitment. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 43 (11): 2320-2327.

Cobb, J. S. and B.F. Phillips (1980). The Biology and Management of Lobsters. Vol. I: Academic Press. New York. 461 pp.

Cobb, J. S. and B.F. Phillips (1980). The Biology and Management of Lobsters. Vol. II: Academic Press. New York. 390 pp.

Chittleborough, R. G. (1970). Studies on recruitment in the Western Australian rock lobster Panulirus longipes cygnus: Density an natural mortality of juveniles. Aust. J. Mar. Freshwater Res. 21 (2): 131-138.

Chittleborough, R. G. (1975). Enviromental factors affecting growth and survival of juvenile western rock lobsters. Aust. J. Mar. Freshwater Res. 26: 177-196.

Chittleborough, R. G. (1976). Growth of juvenile Panulirus longipes cygnus George on coastal reefs compared those reared under optimal enviromental conditions. Aust. J. Mar. Freshwater Res. 27: 279-295.

Cruz, I. R., M.E. De León y R. Puga (1992). La utilización de los refugios artificiales como alternativa para el mejoramiento de las pesquerías cubanas de la langosta. I Reunión Internacional sobre Mejoramiento de Habitats Acuáticos para pesquerías (Arrecifes artificiales). I.N. P. Centro Regional de Investigación pesquera en Manzanillo, Colima.

Díaz-Iglesia, E., R. Brito-Pérez y M. Báez-Hidalgo. (1991). Cría de la langosta Panulirus argus en condiciones de laboratorio. Rev. Inv. Mar. (Cuba) 12 (1-3): 323-331.

Engle, J. (1976). Growth of juvenile spiny lobster (Panulirus interruptus) from a discrete surf-grass habitat.- Surf-grass habitat as a nursery for juvenile spiny lobsters. Sea Grant Project R/ RD-6 Ann. Rep., 4p.

Fielder, , D. R. (1964). The spiny lobster, Jasus lalandii (H. Milne-Edwards) in South Australia. I. Growth in of captive animals. Aust. J. Mar. Freshwater Res. 15: 77-92.

Gutiérrez-Carbonell, D., J.A. Simonín D., y P. Briones-Fourzán (1991). A simple collector for postlarvae of the spiny lobster Panulirus argus. Proc. Gulf Caribb. Fish. Inst. 41 : 516-527.

Hartnoll, G.R. (1982). Chapter 3. Growth. In: Bliss, E. D. The Biology of Crustacea. Vol. 2. Embriology, Morphology,

and Genetics. Edited by Lawrence G. Abele. Academic Press. p. 111-196.

Herrnkind, W. F. and M. J. Butler, IV (1986). Factors regulating postlarval settlement and juvenile microhabitat use by spiny lobster Panulirus argus. Mar. Ecol. Prog. Ser. 34: 23-30.

Hunt, J.H. and G.W. Lyons (1986). Factors affecting growth and maturation of spiny lobster, Panulirus argus in Florida Keys. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 43 (11): 2343-2347.

Jordán, E. (1980). Arrecifes coralinos del noreste de la Península de Yucatán: Estructura comunitaria; un estimador del desarrollo arrecifal. Tesis Doctoral, UACPY-CCH. Univ. Nal. Autón. México. 118p.

Kanazawa, A. (1994). Nutrition and Food. In: Spiny Lobster Management B.F. Phillips, J.S. Cobb and J. Kittaka. (eds). pp. 483-494. Fishing News Book, Blackwell Scientific Pub. Oxford.

Kanciruk, P. (1980). Ecology of juvenile and adult Palinuridae (spiny lobsters) In: Cobb, J. S. and B. F. Phillips (1980). The Biology and Management of Lobsters. Vol. I: Physiology and Behavior. Academic Press. New York. 461 pp.

Lellis, W.A. and J. A. Russell (1990). Effect of temperature on survival, growth and feed intake of postlarval spiny lobster Panulirus argus. Aquaculture 90: 1-9.

Lewis, J.B. (1951). The phyllosoma larvae of the spiny lobster Panulirus argus. Bull. Mar. Sci. Gulf Caribb. 1 (2): 1-87.

Lewis, J.B., H.B. Moore and W. Babis (1952). The postlarval stages of the spiny lobster Panulirus argus. Bull. Mar. Sci. Gulf and Caribb. 2. (1): 324-337.

Lozano-Alvarez E. y F. Négrete-Soto (1991). Pesca exploratoria de la langosta Panulirus argus con nasas frente a la Bahía de la Ascensión en el Caribe mexicano. Rev. Inv. Mar. (Cuba) 12(1-3): 261-268.

Lozano-Alvarez E., P. Briones-Fourzán P. and B.F. Phillips (1991). Fishery Characteristics, growth and movements of the spiny lobster Panulirus argus in Bahía de la Ascensión, Mexico. Fish. Bull. 89: 79-89.

Marx, J. M. and W. F. Herrnkind (1985a). Macroalgae (Rhodophyta: Laurencia spp) as habitat for young juveniles spiny lobsters, Panulirus argus. Bull. Mar. Sci., 36 (3): 423-431.

Marx, J. M. and W. F. Herrnkind (1985b). Factors regulating microhabitat use by young juvenile spiny lobsters, Panulirus argus: Food and shelter. J. Crustacean Biol. 5 (4):650-657.

Mauchline, J. (1977). Growth of shrimps, crabs and lobsters-an assessment. J. Cons. Cons. Int. Explor. Mer 37. (2); 1922-1929.

Merino, M. y L. Otero (1991). Atlas ambiental costero de Puerto Morelos, Quintana Roo. Centro de Investigaciones de Quintana Roo. Chetumal. 80 p.

Morgan, G.R. (1980). Populations dynamics of spiny lobsters. In: Cobb, J. S. and B. F. Phillips (1980). The Biology and Management of Lobsters. Vol. I: Physiology and Behavior. Academic Press. New York. 461 pp.

Munro, J.L. (1974). The Biology, ecology, exploitation and management of Caribbean reef fishes. Part V. 1.- The biology, ecology and bionomics of Caribbean reef fishes: Crustaceans (spiny lobsters and crabs). Zool. Dep. Univ. West Indies Res. Rep. 3:57 p.

Phillips, B. F., N. A. Campbell and W.A. Rea (1977). Laboratory growth of early juveniles of the western rock lobster Panulirus longipes cygnus. Mar. Biol. 39; 31-39.

Phillips, B.F., J.S. Cobb and R.W. George (1980). General Biology. In: Cobb, J. S. and B. F. Phillips (1980). The Biology and Management of Lobsters. Vol. I: Physiology and Behavior. Academic Press. New York. 461 pp.

Pollock, D.E. (1973). Growth of juvenile rock lobster, Jasus lalandii. S. Afr. Div. Sea Fish. Invest. Rep. 106; 1-16.

Serfling, S.A. and R.F. Ford (1975). Laboratory culture of juvenile stages of the California spiny lobster, Panulirus interruptus (Randall), at elevated temperatures. Aquaculture, 6 (4): 377-387.

Simonín, D. J. Observaciones sobre el reclutamiento, crecimiento y hábitos de puerulos y primeros estadios juveniles de la langosta del Caribe Panulirus argus (Latreille, 1804). Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias. Univ. Nal. Autón. México. (inédito).

Sims, H. W. and R. M. Ingle (1966). Caribbean recruitment of Florida's spiny lobster populations. Quart. J. Fla. Acad. Sci. 29 (3): 207-242.

Sokal, R. R. y F. J. Rohlf (1981). Biometría. H. Blume Ediciones. Madrid, España. 834 pp.

Sutcliffe, W. H. Jr. (1957). Observations on growth rate of the immature Bermuda spiny lobster Panulirus argus. Ecology 38 (3): 526-529.

Sweat, D. E. (1968). Growth and tagging studies on Panulirus argus (Latreille) in the Florida Keys. Fla. Bd. Cons. Tech. Ser., 57: 1-30.

Travis, D.F. (1954). The molting cycle of the spiny lobster, Panulirus argus Latreille. I. Molting and growth in laboratory-maintained individuals. Biol. Bull. (Woods Hole) 107: 433-450.

Waugh, G.T. (1981). Management of juvenile spiny lobster (Panulirus argus) based on estimated biological parameters from Grand Bahama Island, Bahamas. Proc. Gulf Caribb. Fish. Inst., 33: 271-289.

Witham, R. (1973). Preliminary thermal studies on young Panulirus argus. Fla. Sci. 36 (2-4): 154-158.

Witham, R., R.M. Ingle and H.M. Sims (1964). Notes on postlarvae of Panulirus argus. Quart. J. Fla. Acad. Sci., 27(4):289-297.

Witham, R., R. M. Ingle and E. A. Joyce (1968). Physiological and ecological studies of Panulirus argus from St. Lucie Stuary. Fla. Bd. Conserv. Mar. Lab. Tech. Ser. 53: 1-31.

Yoshimura, T. and H. Yamakawa (1988). Microhabitat and behavior of settled pueruli and juveniles of the Japanese spiny lobster Panulirus japonicus at Kominato, Japan. J. Crustacean Biol. 8 (4):524-531.

Zar, J.H. (1984). Biostatistical Analysis. Prentice-Hall, Englewood Cliffs. NJ. 718 p.

## AGRADECIMIENTOS.

Deseo expresar en primer término mi gratitud al Dr. Enrique Lozano Alvarez por brindarme su amistad desinteresada y por ayudarme en mi superación académica como Tutor y Director de Tesis de este trabajo.

A la Dra. Patricia Briones Fourzán, por su amistad y sus valiosos comentarios a lo largo del desarrollo del trabajo y por haber sido parte del Comité Tutorial.

Al Dr. Eric Jordán Dahlgreen, por sus atinados consejos en la revisión final del manuscrito, y por haber sido parte de mi Comité Tutorial.

A mis sinodales el Dr. Virgilio Arenas Fuentes; Dr. Adolfo Gracia Gasca; Al Dr. Jose Román Latourniere Cervera y a la M. en C. Ana Rosa Vazquez Bader, por sus atinadas sugerencias para la conclusión de este trabajo.

A mis compañeros del Laboratorio de crustáceos por su apoyo en el desarrollo de este trabajo, Ma. Eugenia Ramos A.; Gerardo García Beltrán y Silvia Padilla.

A mis cuatachos del "temible" laboratorio 2, que de una u otra forma me apoyaron, Mario Lara P.S; Claudia Padilla S; David Gutierrez C; Javier Pizaña; Rogelio Macías y al Minidoctor Carlos García S.

Especial reconocimiento merecen quienes sin su ayuda la parte logística no hubiese funcionado tan bien, obviamente es el personal de la Estación "Puerto Morelos", a Don José Martín; Felipe Cat; Eutimio Sánchez; Don Manuel Chim; Manuel May; Francisco May; Margarito Pech.

Debo agradecer también al personal administrativo de la Estación "Puerto Morelos" por su Apoyo, Al jefe de Estación M. en C. Felipe Flores A.; Al Coordinador Técnico Biól. Arturo Toledano; al Mr. Ramos; a Marcy Durán; Mercedes Sánchez.

A las familias Fonseca Larios y Arias Negrete por todo el apoyo recibido durante nuestras continuas visitas a México.