

PREDICCIÓN DEL RECLUTAMIENTO Y LA POBLACIÓN EN LA FASE PUÉRULO, ALGAL Y JUVENIL DE LA LANGOSTA (*Panulirus argus*) EN ASOCIACIONES DE ALGAS.

Raúl Cruz ¹ *, Ana María Suárez ¹, Rogelio Lalana ¹ y Roberto Adriano ²

(1) Centro de Investigaciones Marinas, Universidad de la Habana, Calle 16 No. 114, Playa, CP 11300, Ciudad Habana, Cuba.

(2) AMPELOS LATINAMERICA S.A., Centro de Negocios Miramar, Edificio Santa Clara, Oficina 507, 5ta Ave y 78, CP 11300, Ciudad Habana, Cuba.

(*) Autor correspondiente: Email: rcruz@cim.uh.cu

RESUMEN

Se analiza la variación del reclutamiento de la langosta (*Panulirus argus*) en refugios artificiales y en la vegetación submarina. La captura de puérulos se realizó a través de colectores flotantes, la de los post-puérulos (fase algal) se efectuó mediante muestreos aleatorios en la vegetación y los juveniles en refugios artificiales. El puérulo es una fase pelágica natatoria de transición entre el hábitat oceánico y el bentónico; la fase algal se oculta aisladamente en los clones de la macroalga roja *Laurencia intricata* a la cual se encuentran asociadas 29 especies, las especies dominantes fueron las rodofíceas y la cianobacterias; los juveniles se concentran en áreas someras, de abundante vegetación con fondos areno-fangosos y en ocasiones cubiertos de arena y piedras. Se capturaron un total de 32 post-puérulos en los refugios artificiales, la densidad media fue de 0.4492 post-puérulos/m² ± 0.171 (media y límite de confianza para el 95 %) la cual muestra una relación significativa con el asentamiento en los clones del alga roja (0.36 post-puérulos/m²). El análisis de la abundancia relativa en las fases del ciclo de vida nos permitió predecir el reclutamiento, la población en número y su relación con los adultos y la pesquería. En la cohorte de 1988, se estimó un asentamiento de 125.87 x 10⁶ de puérulos, con un coeficiente de mortalidad natural de 0.9846, una población de 72.9 x 10⁶ juveniles, 46.7 x 10⁶ adultos (biomasa media de 20 773 t) y se estimó una captura potencial de langosta de 7 642 t en el Golfo de Batabanó.

Palabras clave: macroalgas; fanerógamas; puérulos; juveniles; adultos; *Panulirus argus*; ASW, Cuba.

ABSTRACT

The variation of the recruitment of the lobster (*Panulirus argus*) is analyzed in artificial shelters and seagrass. Pueruli were caught with artificial seaweed collectors, post-puerulus (algal phase) by random samplings in the vegetation and the juvenile in artificial shelters. The larval phase inhabits the ocean; the puerulus, a transparent, free-swimming, non-feeding stage that moves inshore where it settles to the benthos; algal stage typically reside in or under large clumps of red algae *Laurencia intricata* to which are associate 29 species of other algae among them, the dominant species were the rodoficeas and the cianobacterias; juvenile concentrate on shallow areas, of abundant vegetation with areno-muddy funds and in occasions covered with sand and stones. A total of 32 post-puérulos were caught with artificial refuges, the density was 0.4492 post-puérulos/m² ± 0.171 (mean ± 95% confidence limits) which shows a highly significant relationship with the settlement in the clones of the red alga (0.36 post-puérulos/m²). The analysis of relative abundance in the earliest stages of the life cycle allows us to predict recruitment, the population in number, and to establish their relationship with adults and the fishery. In the cohort of 1988, it was calculated a settlement of 125.87 x 10⁶ puérulos, with a coefficient of natural mortality of 0.9846, a juvenile population of 72.9 x 10⁶, 46.7 x 10⁶ adults (mean biomass of 20 773 t) and it was calculated a potential capture of 7 642 t lobster in the Gulf of Batabanó.

Key words: macroalgae; fanerogamas; puerulus; juveniles; adults; *Panulirus argus*; ASW, Cuba.

Las langostas son crustáceos decápodos agrupadas en las familias Palinuridae, Nephropidae, Scyllaridae y Synaxidae. La Familia Palinuridae tiene una distribución tropical y subtropical y un ciclo de vida muy complejo, que incluye una fase larvaria planctónica de varios meses de duración. La langosta *Panulirus argus* se distribuye geográficamente por el Atlántico desde Bermudas (32°18'N 64°45'O) hasta Rio de Janeiro en Brasil (23°00' S 43°08') y a través de las

plataformas continentales, islas y bancos del Mar Caribe.

A partir de la década de los ochenta las investigaciones sobre la langosta se orientaron hacia una comprensión de su ciclo de vida, se referían aspectos relacionados con la dinámica reproductiva (Cruz, 1980; Cruz y León, 1991), el crecimiento (Cruz *et al.*, 1981; Báez-Hidalgo *et al.*, 1991; León *et al.*, 1994; León *et al.*, 1995; Báez, 1996), la variabilidad del reclutamiento y la

predicción de las capturas (Cruz *et al.*, 1991, 2000, 2001a 2001b). Durante este período los estudios sobre la abundancia de la fase bentónica de la langosta en la vegetación submarina fueron muy limitados, sólo se reporta el estudio del zoobentos asociado a *Laurencia intricata* en un área de cría de juveniles (Lalana *et al.*, 1989), lo que no permitía lograr un adecuado nivel de comprensión de los procesos de reclutamiento.

Investigadores de numerosos países (Antigua, Australia, Bermuda, Costa Rica, Cuba, Granada, Holanda, India, México, Jamaica, Japón, México, Nueva Zelanda, Puerto Rico y los Estados Unidos de América) han desarrollado en los últimos 30 años refugios artificiales para capturar las fases del ciclo de vida en especies de langosta de la Familia Palinuridae (Witham *et al.*, 1968; Phillips, 1972; Booth and Tarring, 1986; Phillips y Booth, 1994). Los colectores para puérulos y post-puérulos constituyen un sustrato adecuado para su fijación. Los animales capturados se utilizan en estudios de laboratorio, para investigar los niveles de asentamiento y para fomentar el maricultivo (Phillips, 1995).

Las larvas pasan por 11 estadios larvales como filosomas en el océano. Después de la metamorfosis de la última larva (XI) al estadio puérulos, ya con capacidad natatoria, migra hacia la costa. La entrada de los puérulos en las aguas costeras ocurre con una talla media de 5.63 mm (Lc), que fluctúa entre los 4.24 y 6.09 mm. Se asientan en un sustrato muy complejo desde del punto de vista físico, especialmente en hábitat de fondos duros cubiertos por clones de la macroalga roja *Laurencia* spp (Rhodophyta) a la cual se encuentran asociadas 29 especies de otras macroalgas ocasionalmente fijadas en la vegetación que crece en las raíces flotantes del mangle. Después del asentamiento, ocurre la metamorfosis y se convierten en el estadio post-puérulos o fase algal, cuyo intervalo de tallas es entre 6.0 y 16.5 mm (Cruz *et al.*, 2001a).

Las langostas son consideradas juveniles una vez que alcanzan una talla entre los 16 y 20 mm cuando ya se diferencian los sexos, y emergen desde los sitios de abundante vegetación con una conducta gregaria y se refugian en las cuevas que proporcionan las rocas, arrecifes coralinos, esponjas, octocorales y en agrupaciones de erizos negros. Las langostas desde las áreas de cría migran y se reclutan a la pesquería con una talla promedio de 77 mm (Lc). La fase adulta se inicia una vez que la langosta comienza a reproducirse.

La talla de primera reproducción se alcanza a 81 mm (Lc). El apareamiento de los adultos tiene lugar principalmente en febrero-marzo. Las hembras portan los espermatóforos entre marzo y abril cuando los huevos han sido fertilizados y están adheridos a los pleópodos. La eclosión ocurre después de 3-4 semanas, principalmente entre abril y mayo (Cruz y León, 1991; Cruz, 2000; Cruz y Phillips, 2000).

A pesar que la langosta (*P. argus*) es un depredador clave en una variedad de hábitat bentónicos (Tegner y Levin, 1983; Edgar, 1990), son pocos los trabajos publicados que abordan un estudio integral de la ecología del reclutamiento en el ecosistema del seibadal marino y los arrecifes coralinos. El objetivo del presente estudio es evaluar los niveles de asentamiento de los puérulos, la abundancia de la fase algal y juvenil de la langosta en la vegetación, para obtener una mejor comprensión de los procesos de reclutamiento.

MATERIALES Y MÉTODOS

En el Golfo de Batabanó, el estudio del proceso de asentamiento de los puérulos se inició en el año 1988, en las barreras arrecifales de cayo Matías (21°34'00.32" N 82°26'23.487" W), cayo Hicacos (21°33'43.24" N 82°22'02.414" W) y cayo Cantiles (21°35'49.42" N 81°56'03.71" W) localizadas al Sureste de la Isla de la Juventud. El estudio de los post-puérulos y juveniles se realizó en el área de la Cayería de Bocas de Alonso (21°41'10.90" N 82°28'35.09" W), la misma se encuentra ubicada al Sureste de la Isla de la Juventud, a 17 Km. del arrecife de cayo Matías. Estos cayos conforman una pequeña ensenada y están cubiertos por una vegetación constituida por mangle rojo (*Rhizophora mangle* (Linnaeus)). La profundidad varía entre 1.5 y 2.5 m, la media es de 2.78 m (Fig. 1).

Para clasificar los estadios del desarrollo ontogenético de la langosta se utilizó la clasificación sugerida por Cruz *et al.* (2001a), los intervalos de tallas son los siguientes: puérulos (4-6 mm, Lc), post-puérulos (6-16 mm, Lc) y juvenil (16-50 mm, Lc).

La captura de los puérulos (1988-1997) se realizó utilizando el colector flotante diseñado por Cruz *et al.* (1991) el cual presenta modificaciones con respecto al original utilizado en Australia Occidental (Phillips, 1972). Posee una estructura triangular con canales de aluminio que soportan 3 láminas de P V C, de 59 x 30 x 1 cm de espesor,

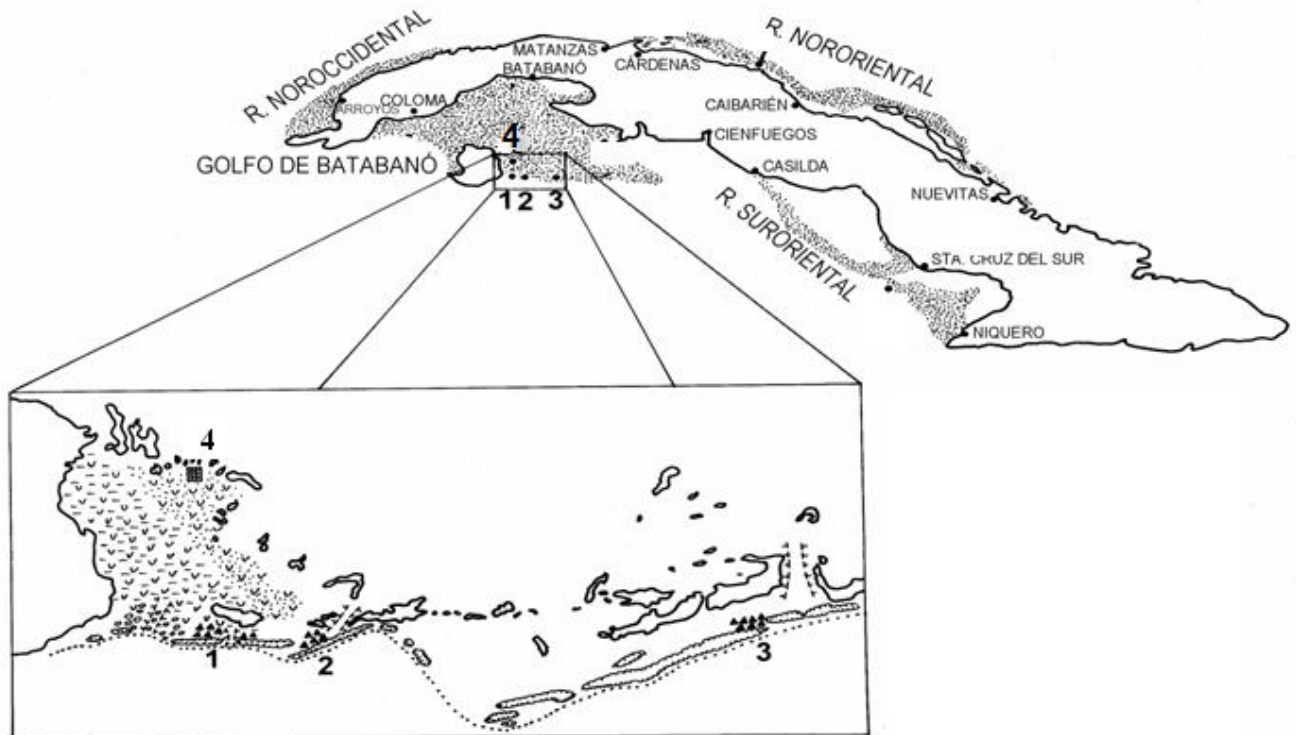


Fig. 1. Mapa del archipiélago cubano en que se localizan las estaciones de muestreo de puérulos y juveniles de langosta (*Panulirus argus*). Se presenta una ampliación del SE de la Isla de la Juventud, que muestra la ubicación de los colectores para puérulos, los refugios artificiales para juveniles (área de cría de Bocas de Alonso). Estaciones (muestreo de puérulos): 1- Cayo Matías (M), 2- cayo Hicacos (H), 3- cayo Cantiles (C). Estación (muestreo de juveniles): 4- Bocas de Alonso.

provistas de motas o borlas de fibra sintética que por su color y textura se asemejan algas atadas a la superficie. Los colectores fueron calados en los parches de arena, detrás de la barrera coralina donde la profundidad variaba entre 1-3 m. La metodología de muestreo y el índice de reclutamiento calculado (índice de puérulos) fueron descritas por Cruz *et al.* (2001a) y Cruz (2002).

Considerando que el Golfo de Batabanó con un área de 20 850 km² (Cruz *et al.*, 1990) y una vegetación que cubre el 67% del área (Páez *et al.*, 1991), se pudo calcular el área de la vegetación submarina en 13 969.5 km².

La primera etapa en el estudio de la fase algal (post puérulos) se desarrolló en un área de 14.55 km² ocupada por el alga *Laurencia* spp, situada en la cayería de Bocas de Alonso. Luego, de cayo San Juan a Cayo Campo, archipiélago de los Canarreos, en un área promedio de 78.8 km². Las poblaciones de algas se identificaron según la metodología desarrollada por Taylor (1960) y Littler y Littler (2000). El cálculo del área se efectuó por

medio de fotografía aérea con película especial AC-2 con alta sensibilidad en la zona azul-verde del espectro electromagnético y fotografías cósmicas multizonales. La biomasa en peso húmedo del alga se obtuvo directamente en el campo y el peso seco en una estufa a 70 °C (entre 48 y 72 horas); los puérulos y post-puérulos se contaron en cada muestra.

Para el muestreo de los post-puérulos (< 16 mm) se realizaron un total de 59 (1984-1987) viajes mensuales de trabajo a las zonas de cría de langosta. Se utilizó el refugio artificial de bloques de hormigón para la colecta de los ejemplares. Este consiste en ocho bloques dispuestos en un cuadrado y en el nivel superior otros ocho que en una segunda ringla coronan la estructura (118 x 30 cm.), conformando un refugio artificial de 16 bloques de 14 kg como promedio y una altura de 30 cm que no estimula la concentración de peces adultos (Cruz *et al.*, 1986a). Los resultados obtenidos se compararon con la densidad calculada en la vegetación submarina en el año 1997. La metodología de muestreo y el índice de

juveniles calculado fueron descritas por Cruz (2002) y Cruz *et al.* (2001a).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los puérulos se asentaron en un sustrato muy complejo desde del punto de vista físico (Forcucci *et al.*, 1994), especialmente en hábitat de fondos duros cubiertos por clones de macroalga roja *Laurencia intricata* (Marx y Herrnkind, 1985; Herrnkind and Butler, 1986; Lalana *et al.*, 1989) a la cual se encuentran asociadas 29 especies de otras algas entre las cuales las especies dominantes fueron las rodofíceas: *Jania capillacea*, *Fosliella farinosa*, *Polysiphonia sphaerocarpa* y la cianobacteria *Lyngbia sp* (Brito y Suárez, 1994) y donde se oculta la fase algal (< 16 mm de Lc) de *Panulirus argus*. Los parches de algas (Fig. 2) cubren los lechos de vegetación constituido principalmente por fanerógamas (*Thalassia testudinum*, *Halodule beaudetii*, *Siryngodium filiforme* y *Halophila engelmanni*).

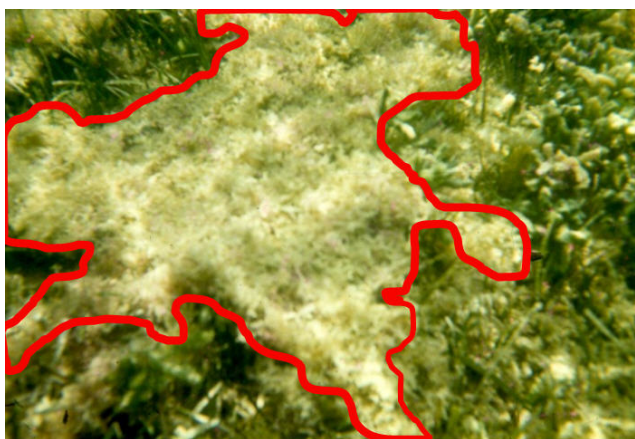


Fig 2. Clon del alga roja (*Laurencia intricata*) a la cual se encuentran asociadas 29 especies de otras algas y donde se oculta la fase algal (< 16 mm de Lc) de *Panulirus argus*. Los parches de algas (delimitado por una franja de color rojo) cubren los lechos de vegetación constituido principalmente por fanerógamas (*Thalassia testudinum*, *Halodule beaudetii*, *Siryngodium filiforme* y *Halophila engelmanni*).

Después del asentamiento, ocurre la metamorfosis y se convierten en el estadio post-puérulos o fase algal, según Butler *et al.* (1997), cuyo intervalo de tallas es entre 6.0 y 16.5 mm. Para la zona de la Florida Butler y Herrnkind (1997) definen este intervalo entre los 5 y 15 mm ya que consideran al

puérulo como una post-larva y no como una fase pelágica de transición al presentar caracteres morfológicos (elevada transparencia, cuerpo comprimido dorso ventralmente, pleópodos muy desarrollados y una capacidad natatoria elevada) muy diferentes a los estadios anteriores.

La fase algal permanece aislada y oculta en la vegetación, posiblemente con abundantes presas (Marx y Herrnkind, 1985; Herrnkind *et al.* 1988) y protegidos de los depredadores (Herrnkind y Butler, 1986; Smith y Herrnkind, 1992). Esto podría garantizar su supervivencia porque no están regulados por los procesos denso-dependientes.

En el área de muestreo, la biomasa húmeda media del alga calculada fue de 12.9×10^6 kg/km² y la seca 1.4×10^6 kg/km², con un estimado de individuos asociados de 360 000 individuos/km² (0.36 individuos/m²); que para toda la zona se estima en 28.26×10^6 individuos, es decir, 0,26 individuos/kg de biomasa seca del alga.

Entre 1984 y 1987 se capturaron un total de 32 post-puérulos de langosta en los refugios artificiales de bloques de hormigón. Los individuos capturados estaban totalmente asilados, habitando las pequeñas grietas con algas o se asentaban en la parte superior del techo de los huecos que conforman el refugio, lo cual facilitaba la captura de los ejemplares. El área del refugio se calculó en 1.3924 m². La densidad media de animales (D) fue calculada como la captura por el área del refugio, mes y estación. La fórmula propuesta es la siguiente:

$$D = (\Sigma \text{Número post-puérulos}) / (\Sigma \text{Número refugios artificiales} \times \text{área}).$$

La densidad varió entre 0 y 1.44 (número post-puérulos/m²) y la D media anual entre 1984 y 1987 fue de 0.4492 ± 0.171 (media y límite de confianza para el 95 %). La densidad media (1987) de langostas en los clones del alga roja fue de 0.36 (número post-puérulos/m²).

Sin necesidad de realizar un análisis estadístico de los datos originales, se verificó que la D anual no fue significativamente diferente entre los años ni entre los métodos utilizados para estimar la densidad de individuos (Fig. 3). Esto indica que el índice de asentamiento derivado de los refugios artificiales muestra relación con el asentamiento natural en los clones del alga roja. Brito y Suárez (1994) reportan un crecimiento perenne de la *L.*

intricata y las algas asociadas y la composición específica es similar durante todo el año. Ambos índices de densidad se complementan entre sí y están asociados a los niveles de reclutamiento por localidad.

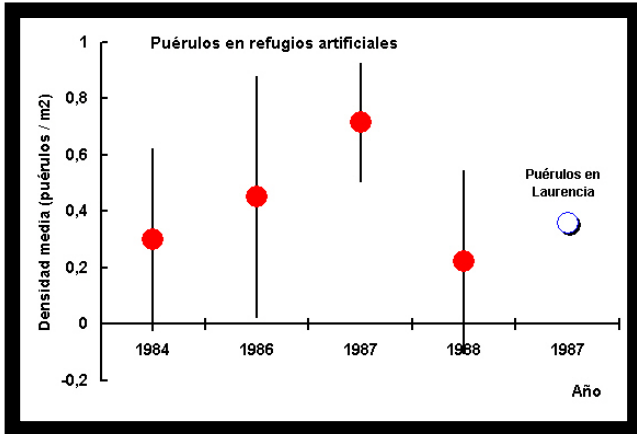


Fig. 3 Densidad media e intervalo de confianza (95 %) de los puérulos en refugios artificiales (círculo rojo) y en los clones de *Laurencia intricata* (círculo blanco)

El estimado de la densidad media de puérulos y post-puérulos (< 25 mm, Lc) en la superficie del área arrecifal de Seven Mile Beach en Australia occidental (Fitzpatrick *et al.*, 1989) y en los refugios artificiales en Bocas de Alonso (Cuba), con una pesquería de langosta de una talla similar en ambos países (Phillips, *et al.*, 2000), muestran un comportamiento análogo, al no observarse diferencia significativa entre los años 1987 y 1988, ni estos con los años 1984 y 1986 (Fig. 4).

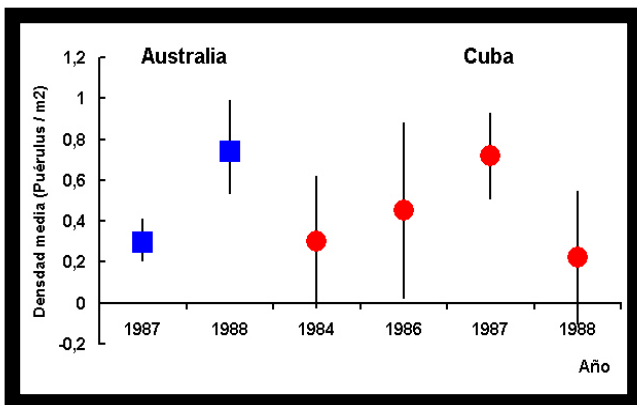


Fig. 4 Densidad media e intervalo de confianza (95 %) de los puérulos en refugios artificiales (círculo rojo) en Cuba y en el arrecife de Seven Mile Beach en Australia Occidental (rectángulo azul), datos tomados de Fitzpatrick *et al.*, 1989.

La población de puérulos fue estimada utilizando los datos disponibles de la densidad (número/m²) de langostas (< 16 mm de Lc) en refugios artificiales, entre 1984 y 1988; la proporción entre la densidad y el índice puérulos (Ip) por colector flotante, fue calculada dividiendo la densidad media (0.45 puérulos/m²) entre el índice de puérulos del año 1988 (Ip = 32.16), el valor se estimó en 0.014. El valor fue utilizado para pronosticar la densidad de puérulos en la vegetación por m² (0.014 x Ip) entre los años 1988 y 1997. Basada en esta información, el nivel de asentamiento fue calculado multiplicando la densidad pronosticada por el área total de la vegetación en el área de cría y en el Golfo de Batabanó (Tabla 1).

Para predecir la población de juveniles en el área de cría y en Golfo de Batanó, se calculó la proporción de ejemplares en el área dividiendo la densidad media de 0.004868 ejemplares/m² (Cruz *et al.*, 1986) entre el índice de juveniles del año 1988 (Ij = 10.1), el valor se estimó en 0.000486 ejemplares/m². El número de juveniles pronosticado por área fue calculado a través de la siguiente ecuación: N = (0.000486 x Ij) x área (Tabla 2).

El comportamiento de diferentes cohortes (generaciones) anuales muestra una disminución desde el año 1988 y una estabilización entre 1989 y 1995, con una reducción del reclutamiento del 70% (puérulos) y el 74% (juveniles) si se comparan ambos periodos (Tabla 1 y 2). Una relación altamente significativa se observó entre el número de puérulos asentados y el número de juveniles (N = 10; r² = 0.8544, P < 0.001). Esto confirma que ambos niveles de reclutamiento están asociadas entre sí e indican que el descenso de los puérulos asentados, desde 1988, se reflejó en la disminución de los juveniles y en las capturas al año siguiente (Cruz *et al.*, 2001b).

El coeficiente de mortalidad natural anual entre el asentamiento y el reclutamiento al área de cría se determinó restando el número de puérulos asentados (6 286 millones) en 1988 y el número de juveniles reclutados (97 millones) en el Golfo de Batabanó. La mortalidad fue calculada en 98.46%, aunque pudiera variar entre 97.91% y 99.17% si evaluamos el resto de las cohortes estimadas en las tablas 1 y 2. Una supervivencia del puérulos de un 2.09% después del asentamiento está muy cercano a los valores calculados por Phillips *et al.* (2006) en *Panulirus cygnus* (entre 1.48% y 1.89%) y por Marx (1986) en *P. argus* (3%) en la Florida. Esto significa, que para la especie (*P. argus*) en su área de distribución el número de puérulos que sobreviven (1-3%) en cada cohorte no es constante

Tabla 1. Estimado de densidad y la población de puérulos asentados en la vegetación entre 1988 y 1997 en la zona de cría de langosta (*Panulirus argus*) de Bocas de Alonso y en la región del Golfo de Batabanó. A₁: 788 millones de m² (vegetación en el área de cría de langosta) A₂: 1 3969.5 millones de m² (vegetación en el área del Golfo de Batabanó)

Año	Arrecife (Matías- Cantiles)	Vegetación	Bocas de Alonso-cayo Campo (A ₁)	Golfo de Batabanó (A ₂)
	Índice de asentamiento (I _p)	Densidad (número puérulos/m ²)	Número de puérulos (millones)	Número de puérulos (millones)
1988	32.16	0.450	35.46	6286
1989	12.70	0.178	14.01	2483
1990	9.18	0.129	10.13	1795
1991	8.44	0.118	9.31	1651
1992	9.16	0.128	10.10	1791
1993	7.56	0.106	8.34	1478
1994	8.76	0.123	9.66	1712
1995	9.61	0.135	10.60	1879
1996	18.19	0.255	20.06	3556
1997	23.1	0.323	25.47	4516

Tabla 2. Estimado de la densidad y la población de juveniles entre 1988 y 1997 en la zona de cría de langosta (*Panulirus argus*) de Bocas de Alonso y en la región del Golfo de Batabanó.

Año	Bocas de Alonso	Pronóstico	Bocas de Alonso	Golfo de Batabanó
	Índice de abundancia juveniles (I _j)	Densidad (número juveniles/m ²)	Número de juveniles (millones)	Número de juveniles (millones)
1988	10.1	0.0049	0.3871	97
1989	2.58	0.0013	0.0989	25
1990	1.76	0.0009	0.0675	17
1991	1.64	0.0008	0.0629	16
1992	3.35	0.0016	0.1284	32
1993	3.23	0.0016	0.1238	31
1994	1.9	0.0009	0.0728	18
1995	3.01	0.0015	0.1154	29
1996	3.1	0.0015	0.1188	30
1997	6.46	0.0031	0.2476	62

y se presupone que las variaciones del reclutamiento larval estén motivadas principalmente por la depredación (Cruz *et al.*, 2006) y causas ambientales (Phillips *et al.*, 2000).

Para estimar la población de *P. argus* que se recluta a la pesquería se realizó un método simple basado en índices independientes de la información pesquera, consiste en calcular el número de langostas que sobrevivieron a partir del número de puérulos asentados en 1988 ($N_t = 6\ 286$

10⁶) y disponiendo de un valor de M en cada fase del ciclo de vida. Por ejemplo, Número sobrevivientes = $N - (N \times M)$. La [Tabla 3](#) presenta el número de langostas remanentes y la biomasa de los adultos, aplicando la fórmula empírica de García *et al.* (1989) se calculó la captura potencial (7 642 t), la cual sobrepasó en 7% a la calculada por Puga *et al.* (1995) y fue inferior en 6% a la captura máxima obtenida en 1985 (8 112 t) en el Golfo de Batabanó. Los supuestos están basados

Tabla 3. Estimación de la población de *Panulirus argus* a partir de la cohorte anual de 1988 (asentamiento de los puérulos) en el Golfo de Batabanó, asumiendo una mortalidad natural (M) según la fase del ciclo de vida. N: número de puérulos asentados; Mortalidad natural (M): juvenil (Cruz *et al.*, 2006) y adulta (Leocádio y Cruz, 2005). Biomasa: Número de sobrevivientes x peso medio (0.4451 kg) * Pronóstico de la captura potencial: B x exp(-1) (García, 1989)

Fase	1988N (10 ⁶)	M	Número sobrevivientes (millones)	Biomasa (t)	Pronóstico captura potencial (t)
Puérulo	6286	0.98	125.7		
Juvenil		0.42	72.9		
Adulta		0.36	46.7	20 773	7 642

* Talla media de la población en 1988: 80.70 mm de Lc (N = 20 328) y un peso medio de 0.4451 kg. (0.002582 x Lc ^{2.7461}; Cruz, 2000)

en áreas ecológicas semejantes y explotados con iguales regímenes de pesca.

La causas de las diferencias entre la magnitud anual de cada cohorte se desconocen en la langosta (*P. argus*), pero pudiera asociarse a la elevada mortalidad durante el asentamiento del puérulos en las asociaciones de algas. La población (N) y la mortalidad (M) decrecen con el incremento de la talla (edad), sugiriendo una mortalidad denso-dependiente.

Aunque existe el criterio generalizado entre muchos autores de que las variables ambientales influyen decisivamente en los procesos de reclutamiento (Pearce y Phillips, 1988; Phillips y Pearce, 1997), los mecanismos que relacionan los eventos ambientales y el reclutamiento son desconocidos en los crustáceos y requieren ser investigados (Booth y Phillips, 1994; Caputi y Brown, 1993; Pearce y Phillips, 1988; Phillips *et al.*, 1994 b).

AGRADECIMIENTOS.

Agradecemos la valiosa asistencia técnica de los técnicos y especialistas del Centro de Investigaciones Marinas en la obtención y procesamiento de las materiales utilizados en el presente estudio.

REFERENCIAS

Báez, M. (1996): *Crecimiento de la langosta espinosa Panulirus argus (Latreille, 1804)*. Cuba, Universidad e La Habana, *Tesis Doctoral*, 100 pp.

Báez-Hidalgo, M., E. Díaz-Iglesias, R. Brito, y R. Cruz (1991): Edad y crecimiento de la langosta *Panulirus argus* (Latreille, 1804) en la plataforma

suroccidental de Cuba. *Rev. Invest. Mar.* 12 (1-3): 193 - 201.

Booth, J.D. y S.C. Tarring (1986): Settlement of the rock lobster, *Jasus edwardsii*, near Gisborne, New Zealand. *N. Z. J. Mar. Freshwat. Res.* 23: 291-297.

Booth, J.D. y B.F. Phillips (1994): Early life history of spiny lobster. Proceedings of the Fourth International Workshop on Lobster Biology and Management, 1993. *Crustaceana* 66(3): 271-294.

Butler, M.J. y W.F. Herrnkind (1997): A test of recruitment limitation and the potential for artificial enhancement of spiny lobster (*Panulirus argus*) population in Florida. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 54, 452-63.

Butler, M.J., W.F. Herrnkind y J. Hunt (1997): Factors affecting the recruitment of juvenile Caribbean spiny lobsters dwelling in macroalga. *Bull. Mar. Sci.*, 621 (1): 3-19.

Brito, M. y A.M. Suárez (1994): Algas asociadas a *Laurencia implicata* (Cerámiales, Rhodophyta) en la Cayería de Bocas de Alonso, Cuba. *Rev. Invest. Mar.* 15(2): 93-98.

Caputi, N. and R.S. Brown (1993): The effect of the environment on the environment on the puerulus settlement of the western rock lobster (*Panulirus cygnus*) in Western Australia. *Fisheries Oceanography* 2:1-10.

Cruz., R. (1980): Fecundidad y madurez sexual en la langosta comercial *Panulirus argus* (Latreille, 1804) Crustácea: Palinuridae en Cuba. *Rev. Cub. Invest. Pesq.* 5(1): 1-27.

- Cruz, R. (2000): *Variabilidad del Reclutamiento y Pronóstico de la Pesquería de Langosta (Panulirus argus, Latreille 1804) en Cuba*. Universidad de La Habana, Tesis Doctoral, 100 pp. Web mantenida por La Biblioteca Virtual Miguel de Cervantes, Universidad de Alicante, España. Sitio en Internet: www.cervantesvirtual.com
- Cruz, R. (2002): Manual de métodos de muestreo para la evaluación de las poblaciones de langosta espinosa. Fao. *Documento Técnico de Pesca*. No. 399, 43 pp.
- Cruz, R., J.A. Baisre, E. Díaz-Iglesias, R. Brito, W. Blanco, C. García y C. Carrodegua (1990): *Atlas Biológico-Pesquero de la Langosta en el archipiélago Cubano*. Publicación Especial *Rev. Cub. Invest. Pesq. y Revista Mar y Pesca*. 125 pp.
- Cruz, R., R. Brito, E. Díaz-Iglesias y R. Lalana (1986a): Ecología de la langosta (*Panulirus argus*) al SE de la isla de la Juventud. I Colonización de arrecifes artificiales. *Rev. Invest. Mar.* 7(3): 3-17.
- Cruz, R., R. Brito, E. Díaz-Iglesias y R. Lalana (1986b): Ecología de la langosta (*Panulirus argus*) al SE de la isla de la Juventud. II Patrones de movimiento. *Rev. Invest. Mar.* 7(3): 19-35.
- Cruz, R., R. Coyula y A. T. Ramírez (1981): Crecimiento y mortalidad de la langosta espinosa (*Panulirus argus*) en la plataforma suroccidental de Cuba. *Rev. Cub. Inv. Pesq.* 5 (1): 89-119.
- Cruz, R., E. Díaz-Iglesias, M. Báez and R. Adriano (2001a): Variability in recruitment of multiple life stages of the Caribbean spiny lobster, *Panulirus argus*, in the Gulf of Batabanó, Cuba. *Mar. Freshwater Res.* 52:1263-1270.
- Cruz, R., R. Lalana, E. Perera, M. Báez-Hidalgo and R. Adriano (2006): Large scale assessment of recruitment for the spiny lobster, *Panulirus argus*, aquaculture industry. *Crustaceana* 79 (9):1-26
- Cruz, R. y M.E. de León (1991): Dinámica reproductiva de la langosta (*Panulirus argus*) en el archipiélago cubano. *Rev. Inv. Mar.* 12(1-3). 234-245
- Cruz R., M.E. de León, E. Díaz-Iglesias, R. Brito y R. Puga, (1991): Reclutamiento de púerulos de langosta (*Panulirus argus*) a la plataforma cubana. *Rev. Invest. Mar.* 2(1-3): 66-75
- Cruz, R., B. Luckhursts y R. Muller (2001b): Review of Larval recruitment patterns and variability in spiny lobster (*Panulirus argus*). In Report on the FAO/DANIDA/ CFRAMP/WECAFC/ Regional Workshops on the Assessment of the Caribbean Spiny Lobster (*Panulirus argus*). FAO. *Fisheries Report* 619: 26-32.
- Cruz, R. y B.F. Phillips (2000): The artificial Shelters (pesqueros) used for the Spiny Lobster (*Panulirus argus*) Fisheries in Cuba. In *Second Edition "Spiny Lobster Management: Fisheries and Culture"* (B.F. Phillips y J. Kittaka, eds.), Fishing News Books, Oxford, pp: 400-419,
- Edgar, G.J (1990): Predator-prey interactions in sea grass beds. III. Impacts of the western rock lobster *Panulirus cygnus* George on epifaunal gastropod populations. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 139: 33-42.
- Fitzpatrick, J.J., P. Jernakoff y B.F. Phillips (1989): An investigation of the habitat requirements of the post-puerulus stocks of the western rock lobster. *Final report to the Fish. Ind. Res. Dev. Cou. Aust. Grant* 86/83.
- Forcucci, D., M.J. Butler y J.H Hunt (1994): Population dynamics of juvenile Caribbean spiny lobster, *Panulirus argus*, in Florida Bay, Florida. *Bull. Mar. Sci.*, 54: 805-18.
- Herrnkind, W.F. y M.J. Butler (1986): Factors regulating postlarval settlement and juvenile microhabitat use by spiny lobsters, *Panulirus argus*. *Mar. Ecolo. Progr. Ser.*, 34: 23-30.
- Herrnkind, W.F, M.J. Butler y R.A. Tankerley (1988): The effects of siltation on recruitment of spiny lobsters, *Panulirus argus*. *Fishery Bull. Nat. Mar. Fish. Serv. U.S.*, 86: 331-338.
- Lalana, R., N. Capetillo, R. Brito, E. Díaz-Iglesias y R. Cruz (1989): Estudio del zoobentos asociado a *Laurencia intricata* en un área de juveniles de langosta al SE de la Isla de la Juventud. *Rev. Invest. Mar.*, 10 (1-3): 207-218.
- Leocádio, A.M. y R. Cruz (2005): Estimating Growth Parameters of the Spiny Lobster *Panulirus argus* (Latreille, 1804) in the Great Caribbean Region. *Sixth International Crustacean Congress*, University of Glasgow, Scotland.
- León, M.E. de, R. Puga y R. Cruz (1994): Estimación de los parámetros de crecimiento de *Panulirus argus* en el Golfo de Batabanó, Cuba.

Rev. Cub. Invest. Pesq. 18(1): 9-12.

León, M.E. de, R. Cruz y R. Puga (1995): Actualización de la edad y el crecimiento de la langosta espinosa (*Panulirus argus*) Rev. Cub. Inv. Pesq. 19 (2):10-15.

Littler, D.S. y M.M. Littler (2000): *Caribbean reef plants: an identification guide to the reef plants of the Caribbean, Bahamas, Florida and Gul of Mexico*. Offshore Graphics, Inc., Washington, D.C., 542 pp.

Marx, J.M. y W.F. Herrnkind (1985): Factors regulating microhabitat use by young juvenile spiny lobsters, *Panulirus argus*: food and shelter. *J. Crust. Biol.*, 5: 650-57

Marx, J. (1986): Settlement of spiny lobster, *Panulirus argus*, pueruli in south Florida: an evaluation from two perspectives. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 43:221-227.

Páez, J., N. Revilla and J. A. Baisre (1991): Relación entre la captura por unidad de área de la langosta (*Panulirus argus*) y los diferentes biotopos en el Golfo de Batabanó, Cuba. *Rev. Invest. Mar.* 12(1-3): 262 - 269.

Pearce, A. F. and B. F. Phillips. (1988): ENSO events, the Leeuwin Current, and larval recruitment of the western rock lobster. *Journal du Conseil International pour l'Exploration de la Mer*, 45:13-21.

Puga, R., M. E. de León y R. Cruz (1995): Estado de explotación y estructura poblacional de la langosta espinosa *Panulirus argus* en Cuba. *Rev. Cub. Inv. Pesq.* 19(2):41-49.

Phillips, B. F. (1972) : A semi-quantitative collector of the puerulus larvae of the western rock lobster *Panulirus longipes cygnus* George (Decapoda: Palinuridea). *Crustaceana.* 22: 147 - 154.

Phillips, B.F. (1995): Collectors for catching the puerulus stage of spiny lobsters: a summary . *Rev. Cub. Invest. Pesq.* 19 (1): 33-41.

Phillips, B.F. y J.D. Booth (1994): Design, use, and effectiveness of collectors for catching the puerulus stage of spiny lobster. *Reviews in Fisheries Science.* 2(3):255-289.

Phillips, B.F., R. Cruz, R. Brown y N. Caputi (2000): Predicting the catch of spiny lobster fisheries. In '*Spiny Lobster Management*'. (B.F. Phillips, J.S. Cobb y J. Kittaka, eds.) Blackwell Scientific Press: Oxford, pp. 357-375.

Phillips, B.F. y A.F. Pearce (1997): Spiny lobster recruitment off western Australia. *Bull. Mar. Sci.* 61 (1): 21-41.

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

Smith, K.N. y W.F. Herrnkind (1992): Predation on juvenile spiny lobsters, *Panulirus argus*: Influence of size, shelter, and activity period. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 157: 3-18.

Taylor, W.R. (1960): *Marine algae of the Eastern Tropical and Subtropical coasts of the Americas*. The University of Michigan Press, 870 pp.

Tegner, M.J. y L.A Levin (1983). Spiny lobsters and sea urchins: analysis-of predator interaction. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 73:125-150.

Aceptado: 10 de noviembre de 2006