

## ÍNDICE

Informe sobre Recursos Pesqueros (Langosta) en Bocas del Toro, Panamá.....	1
1. Introducción.....	1
2. Informe sobre la caracterización de los recursos de langosta espinosa del Caribe, <i>Panulirus argus</i> , de Bocas del Toro y su utilización por parte de los pescadores artesanales .....	3
2.1. Aspectos generales sobre la biología y pesquería de la especie. ....	3
2.2. Evaluación de la situación de explotación de la langosta espinosa, <i>P. argus</i> en Panamá.....	9
2.3 Conclusiones y Recomendaciones.....	26
Referencias .....	29

### Figuras

Figura 1. Tendencias de los desembarques de langosta espinosa en Cuba, Brasil y Honduras + Nicaragua (Ehrhardt, 2007).....	4
Figura 2. Desembarques comparativos de Brasil y Honduras + Nicaragua (Ehrhardt, 2005).....	5
Figura 3. Circulación de boyas oceanográficas satelitales (Mooers et al., 1998) Indicando regiones de retención (Cuba; Colombia – Panamá-Costa Rica).....	6
Figura 4. Índice mensual de reclutamiento de pos-larvas de langosta espinosa según Hernández (2003).....	8
Figura 5. Desembarques mensuales de langostas chicas y grandes Bocas del	

Toro.....	12
Figura 6. Relación entre la abundancia del stock desovante en Honduras- Nicaragua en la temporada t-1 y las langostas chicas desembarcadas en la pesquería de Panamá en la temporada t .....	14
Figura 7. Distribución temporal de la abundancia del stock desovante en Honduras- Nicaragua y los desembarques de langostas chicas en Bocas del Toro .....	15
Figura 8. Curva de captura transformada a tallas mostrando la pendiente que representa la mortalidad total (Z) del stock en 1994 .....	18
Figura 9. Curva de captura transformada a tallas mostrando las pendientes que representan la mortalidad total (Z) del stock en 2007.....	19
Figura 10. Distribución de las frecuencias porcentuales de langostas espinudas desembarcadas en Bocas del Toro en 1994 y 2007 con modas que representan clases anuales .....	21
Figura 11. Tendencias opuestas de los desembarques de langostas chicas y grandes en Bocas del Toro .....	22
Figura 12. Relación entre los desembarques de langostas chicas y grandes en Bocas del Toro .....	22
Figura 13. Curvas de rendimiento por recluta considerando la retención de tallas ilegales y respetando las tallas legales. Los valores de las mortalidades de pesca de referencia ( $F_{0.1}$ ) se muestran para cada caso.....	24
Figura 14. Razón desovante potencial dependiendo de la inclusión de tallas ilegales..	25
Tabla. Desembarques de langosta grande y chica.....	13

## **Informe sobre Recursos Pesqueros (Langosta) en Bocas del Toro, Panamá**

### **1. Introducción**

Los recursos pesqueros en la región de Bocas del Toro (formado por las aguas marinas de la Provincia de Bocas del Toro y la Comarca Ngöbe-Buglé) se caracterizan por ser altamente diversos, con abundancias generalmente no muy significativas y sujetos a dinámicas poblacionales típicas de ecosistemas tropicales en donde las tasas de depredación son altas, los ciclos relativamente cortos y el crecimiento es rápido sin efectos estacionales. Con ello se establece un ecosistema con alta diversidad cuya dinámica se desconoce. Por otro lado, no existe un sistema formal de recopilación de datos estadísticos y biológicos desde las pesquerías artesanales que operan en la región. Estas circunstancias dan como resultado en que no es posible elucidar las características principales de los recursos pesqueros. Usualmente, la evaluación de recursos pesqueros requiere de largas series de datos con los cuales a través del uso de métodos cuantitativos se logra determinar las abundancias de la fracción adulta y de los juveniles de una población, y al mismo tiempo permite determinar la explotación como consecuencia de una intensidad de pesca establecida. A través de los análisis de estos resultados es posible entonces comparar las tendencias dinámicas de los recursos marinos explotables con los efectos ambientales que pudieran distinguirse de los efectos de la explotación.

Como consecuencia de lo anterior, en el área de estudio solo existen estudios puntuales que no contribuyen a un entendimiento de las dinámicas poblacionales en lo concerniente a la explotación y determinación de los excedentes de producción que pudieran ser utilizados por las pesquerías. Los excedentes de producción son los que permiten dimensionar el grado de utilización del recurso y de participación de los pescadores artesanales.

Adicionalmente, las pesquerías artesanales están dispersas en forma diferencial dentro de la región de Bocas del Toro las cuales han pasado de una etapa de subsistencia

a una de explotación comercial a medida que la demanda por ciertos productos se ha visto incrementada. De esta manera se requeriría tener una descripción cuantitativa de los procesos de desarrollo que sufrieron en el tiempo las capacidades de pesca hasta llegar al estado en que se encuentran hoy. Lo anterior es importante puesto que una presión de pesca sobre un recurso en temporadas pasadas tiene efectos sobre el reclutamiento y la supervivencia del recurso en etapas muy posteriores. Por otro lado, las especies principales en la región, como por ejemplo la langosta espinosa, tienen orígenes extra territoriales y consecuentemente cualquier efecto de pesca en otras regiones o distritos necesariamente tiene un efecto sobre las disponibilidades de las abundancias aprovechables en el área de estudio.

Por lo tanto, es importante hacer notar que los censos o encuestas rápidas sugeridos para especies terrestres, forestales o sésiles marinas no pueden ser aplicados con mucho éxito a especies marinas altamente dinámicas puesto que los resultados generados son sólo de “abundancias latentes” válidas para los efectos que se esperan en el momento mismo en que se llevó a cabo el censo o encuesta ya que no permiten determinar el grado de explotación o el grado de respuesta que las poblaciones pudieran tener a la explotación. De lo anterior se desprende que este trabajo de consultoría integró la mejor información que pudiera existir en el momento del estudio para desarrollar una perspectiva del estado dinámico (esto es no latente) de explotación de los recursos principales y así generar una opinión más versada sobre las condiciones en que se encuentran para los propósitos de un plan de manejo costero.

La langosta espinosa, *Panulirus argus*, es sin duda la de primer orden de importancia económica entre todos los otros recursos marinos que se explotan actualmente en la región de Bocas del Toro, y consecuentemente, el mayor esfuerzo de trabajo se concentró en dicha especie. Seguidamente se da una cuenta de los recursos de peces que se desembarcan en forma usual en la región sin que se encontrara información adecuada para determinar sus abundancias o grados de explotación.

## **2. Informe sobre la caracterización de los recursos de langosta espinosa del Caribe, *Panulirus argus*, de Bocas del Toro y su utilización por parte de los pescadores artesanales**

### **2.1. Aspectos generales sobre la biología y pesquería de la especie**

La langosta espinosa del Caribe, *Panulirus argus*, habita en zonas someras de la plataforma continental mayormente asociada con sistemas de arrecifes. La especie se distribuye ampliamente entre Bermuda y Brasil, sin embargo, las principales pesquerías están relacionadas con regiones de mayores abundancias que corresponden a Cuba, Brasil, Bahamas, Nicaragua-Honduras, Florida, Belice y México. Tanto Costa Rica como Panamá tienen acceso a abundancias estacionales mucho menores ya que no poseen la extensión de hábitat que hay en los otros países y dependen en gran manera de los ciclos anuales de abundancia que se observan en la amplia Plataforma Continental de Honduras y Nicaragua (Ehrhardt, 2001).

Los desembarques totales de langosta espinosa realizados en Atlántico Centro Occidental (incluyéndose el Mar Caribe) alcanzaron un máximo de aproximadamente 40,000 toneladas métricas de peso entero por temporada en el período 1984-1988 y han ido decreciendo persistentemente después de esa época. Según se observa en la Figura 1 la tendencia decreciente de las capturas desde fines de la década de los años 80 tiene dos características importantes, primero, es muy similar en pendiente en las tres principales regiones de producción (Cuba, Brasil y Nicaragua-Honduras), y segundo, se observa que la tendencia varía también en forma similar. Estas condiciones serían indicativas que las poblaciones de langosta en el rango de distribución de la especie estarían sometidas a procesos de cambio de abundancia que tendrían orígenes comunes (Ehrhardt, 2005).

## Tendencias comparativas recientes de desembarques desde zonas principales de pesca

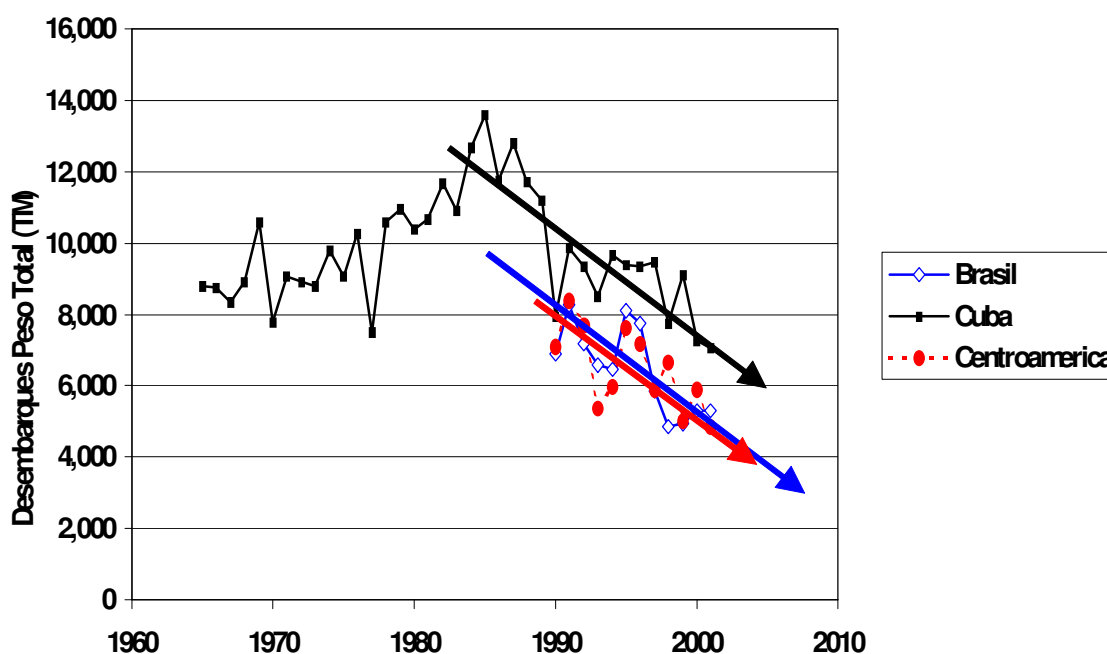


Figura 1. Tendencias de los desembarques de langosta espinosa en Cuba, Brasil y Honduras+Nicaragua (Ehrhardt, 2007).

Las pesquerías de langostas han sido siempre significativas - tanto económica como socialmente - para las comunidades costeras del Caribe y Brasil. Lo mismo también ocurre en el caso de las regiones pobladas del Caribe de Panamá. Ehrhardt (2001) reporta que estas pesquerías generan alrededor de US\$456 millones en exportaciones desde la totalidad de la región. Este valor es sólo sobrepasado por los

desembarques regionales de camarones del género *Penaeus* realizadas por flotas industriales que operan desde el Golfo de México a Belem en el Norte de Brasil. Por lo tanto, las pesquerías sostenidas por la especie *P. argus* corresponden a las segundas más económicamente importantes en toda la región y sin duda la primera en cuanto se refiere a impacto social por el número de empleos que genera especialmente a través de las pesquerías artesanales que sostiene.

Ehrhardt (2001) identificó la existencia de tendencias en la producción de langosta que podrían estar ligadas entre las regiones del Caribe debido a las características de permanencia prolongada de las larvas de la especie en las corrientes marinas (Fig. 2), mientras que Cochrane y Chakalall (2001) describen la importancia de dichas tendencias y la necesidad de adoptar medidas de administración pesqueras más contundentes y exigentes destinadas a controlar la aparente sobreexplotación que existe de forma generalizada sobre los efectivos regionales de la especie.

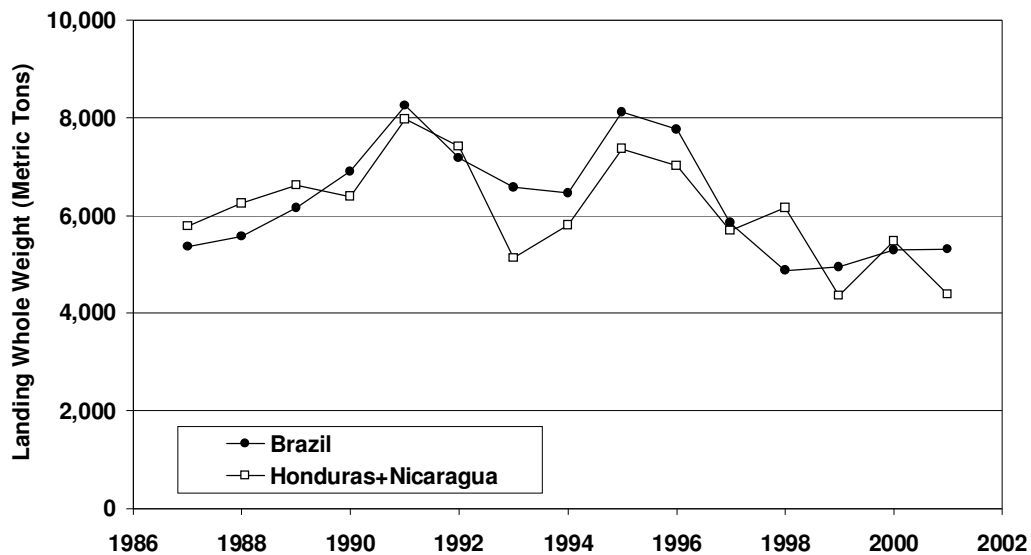


Figura 2. Desembarques comparativos de Brasil y Honduras+Nicaragua (Ehrhardt, 2005).

La teoría del origen Pan-Caribeño de la langosta *P. argus* (Menzies & Kerrigan, 1980; Lewis, 1951; Lyons, 1980 y 1981) puede ser sustentada con los resultados de los

estudios genéticos realizados por Silberman, et al. (1994a), Silberman, et al. (1994b) y Sarver et al. (1998 y 1999) que demuestran cierta homogeneidad genética a través de la región y también la incursión de formas tan lejanas como Brasil en los materiales genéticos encontrados en la Florida. La circulación oceánica en el Mar Caribe puede ser descrita con mayor claridad en el estudio de Mooers et al. (1998). Por ejemplo, en la Figura 3 se muestran las trayectorias satelitales de boyas oceanográficas en donde se puede visualizar que existen dos grandes regiones de giros oceánicos que sirven de mecanismos de retención de microorganismos entre los que se encuentran las larvas de langosta. Uno de tales giros se encuentra localizado al sur de Cuba y que es responsable de la gran abundancia de langosta en la Bahía de Batabanó, y otro en la región al norte de Colombia, Panamá y Costa Rica que retiene las larvas generadas por las poblaciones de la Plataforma Continental de Nicaragua-Honduras y responsable de la retro-alimentación de dichas larvas a aquel ecosistema.

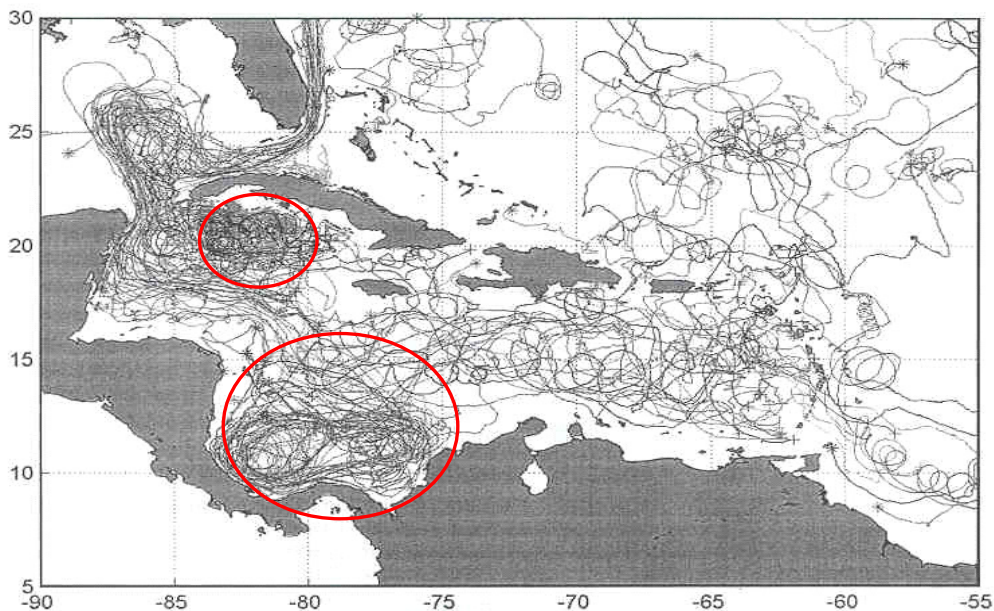


Figura 3. Circulación de boyas oceanográficas satelitales (Mooers et al., 1998) Indicando regiones de retención (Cuba; Colombia-Panamá-Costa Rica).



De lo anterior se desprende que en realidad la langosta *P. argus* que se explota en Panamá tendría su origen y/o influencia del conglomerado de unidad poblacional de la región que podría denominarse Nicaragua-Honduras, y por lo tanto, las tendencias de las abundancias de los reproductores en aquella región tendrían una gran preponderancia sobre la abundancia de juveniles de langosta *P. argus* en Panamá.

Desde un punto de vista biológico la especie *P. argus* se caracteriza por ser relativamente longeva pudiendo vivir más de 20 años; mientras que en las pesquerías cuando se encontraban en etapas iniciales era común observar animales que por su talla pudieron haber tenido hasta 12 años de edad. En la actualidad es común observar que la composición de edades en las capturas realizadas en Brasil, Nicaragua y la Florida varía entre los 1 y 4 años lo cual es indicativo una vez más del efecto de las intensidades de pesca a que ha sido sometida históricamente la especie en toda la región. La longevidad de *P. argus* no es comúnmente observada entre las especies de crustáceos tropicales en donde las tasas de depredación son muy elevadas lo cual contribuye a generar una alta diversidad de especies. Por lo anterior se observa que *P. argus* podría ser considerada como una especie relativamente más resistente al proceso de depredación (Ehrhardt 2005). Por otra parte la longevidad de *P. argus* es consistente con tasas de mortalidad natural que podrían oscilar entre 0.30 y 0.35 por año. Este rango de mortalidad natural ha sido adoptado de forma estándar en los trabajos de evaluación del estado de explotación de los recursos de langosta en el Caribe (FAO, 2001) y es también el rango que se utiliza en las evaluaciones realizadas en esta consultoría.

El ciclo reproductivo de *P. argus* comienza con una migración de los individuos maduros (adultos) hacia las zonas más profundas en los límites externos de la Plataforma Continental en donde liberan las larvas. El apareamiento de los individuos adultos tiene lugar entre los meses de febrero y marzo en las regiones centrales del Mar Caribe. El desove es más conspicuo durante febrero-mayo con un segundo período que ocurre en septiembre-octubre (Arce & León, 2001). Estos períodos no se conocen con exactitud

para Panamá pero son comunes en Nicaragua-Honduras y Cuba. Las hembras portan los huevos fecundados por alrededor de 3 semanas cuando son liberados en forma de larvas filosomás. Estas larvas pueden permanecer entre 6 a 12 meses o más en las fuertes corrientes marinas que predominan en el Mar Caribe y dada la alta fecundidad de la especie, resulta que *P. argus* puede colonizar amplias zonas del Caribe (Cruz et al., 2001). El arribo de las pos-larvas, denominadas puerulus, a las zonas costeras ocurre en el Mar Caribe Central a través de todo el año pero con mayor intensidad durante los meses de julio a diciembre, generalmente debido a condiciones oceanográficas más propicias durante dicha época (Arce & León, 2001; Cruz et al., 2001). Hernández (2003) encontró que la mayor fuerza del reclutamiento de pos-larvas en Panamá coincidentemente ocurre en los meses de agosto y diciembre. La Figura 4 muestra tal distribución la cual ha sido construida con datos en Hernández (2003; Cuadro 1). Usualmente los juveniles de *P. argus* se observan en las áreas someras de cría entre 10 a 17 meses después de las épocas de arribo de las pos-larvas.

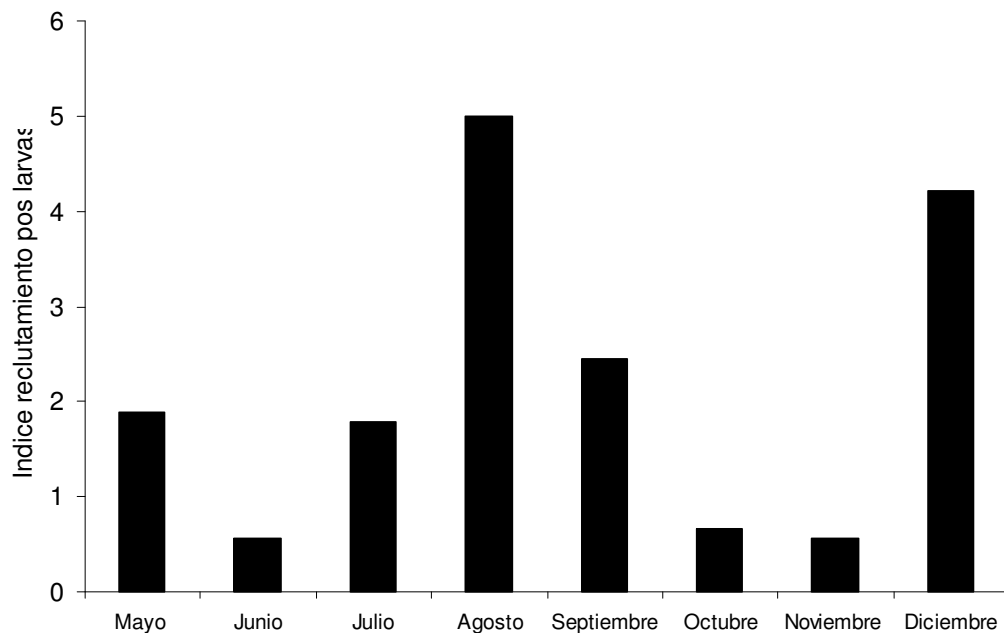


Figura 4. Índice mensual de reclutamiento de pos-larvas de langosta espinosa según Hernández (2003).

Aun cuando se ha observado que existen hembras maduras y portadoras de huevos fecundados teniendo longitudes cefalotorácicas (CL) entre 67 y 72 mm., el tamaño promedio en que por lo menos el 50% de los individuos alcanzan la primera madurez corresponde a una talla promedio que oscila entre 79 y 81 mm CL (Cruz & León, 1991; Ehrhardt, 1996; Evans, 1990; Soares & Cavalcante, 1984). De acuerdo con los parámetros de crecimiento de la especie compilados para toda la región por Arce & León (2001, Tabla 3.3) se puede deducir que las tallas al 50% de madurez correspondería a individuos de 2.5 a 3 años en el caso de las hembras y de 2 a 2.5 años entre los machos. De lo anterior se desprende que *P. argus* comienza la vida reproductiva a una temprana edad, sin embargo, la fecundidad de la especie es función de la talla (Cox et al., 1997; Cruz & León, 1991). En efecto, los autores citados más arriba estiman que en promedio una hembra pudiera liberar entre 147,000 y 1,952,000 larvas en el rango de tallas entre 72 y 141 mm CL. Esto implica que existe una necesidad de mantener una población con individuos de tallas medianas a grandes si es que se desea tener una población con una fecundidad viable. Por último, es importante considerar que langostas de tallas de alrededor de 80 mm CL tienen pesos de cola que oscilan entre 5 y 5.3 onzas dependiendo del sexo. Lo anterior es de importancia con referencia a los juicios que más adelante se utilizarán para determinar el estado de explotación de la langosta espinosa en Panamá.

## **2.2. Evaluación de la situación de explotación de la langosta espinosa, *P. argus* en Panamá**

Al no existir en Panamá un sistema estadístico formal para la consecución de información biológico-pesquera que permita realizar estudios concernientes con el estado de explotación y abundancia de la langosta espinosa del Caribe, el proyecto estableció una estrategia de integración de información regional con aquella que se pudiera reunir localmente en el corto tiempo que el proyecto asignó para este componente y con ello evaluar los impactos de las capturas de juveniles y determinar las mortalidades de pesca relativas a que pudiera estar sujeta la especie en Panamá.

La información utilizada consiste en los resultados de una evaluación exhaustiva de las poblaciones de langosta espinosa que se realizara en 2006 y 2007 en la Plataforma Continental de Nicaragua-Honduras (Ehrhardt, 2006, 2007), y datos históricos sobre compras de langosta chica (<4 oz. peso de cola) y grandes (>4 oz peso de cola) provenientes de una sola empresa que entre los años 1994 - 2001 correspondió por lo menos al 85% de los desembarques totales realizados en la región de Bocas del Toro y que se encontraron en los trabajos de López (1999) y en Cruz (2002). Además se ubicó datos por categorías comerciales de la misma empresa anterior pero que fueran reportados por Spadafora (1999) para el período 1990-1994. Datos similares para el 2007 fueron obtenidos por el proyecto de la misma empresa. Además se contó con los parámetros poblacionales de la langosta *P. argus* compilados y analizadas por FAO (Arce y León, 2001) con los cuales se hicieron análisis sobre el uso de las tallas ilegales.

Las capturas de langosta casi exclusivamente se realizan con buzos que no utilizan equipos de aire comprimido (buceo a pulmón) debido principalmente a que dichas operaciones de pesca son de escala menor en donde las economías no permiten capturas mayores por embarcación que puedan financiar dichos equipos. La principal área de pesca en la región de Bocas del Toro corresponde a la Península Valiente aunque existe el buceo para langosta en casi toda la zona insular del Archipiélago de Bocas del Toro. Los detalles de los componentes de pescadores por regiones y el proceso de mercadeo de estos productos se explican en otra sección del informe de esta consultoría, sin embargo, en forma resumida se puede apreciar que el mercadeo de los desembarques de langosta sigue una cadena de comercialización en que el pescador vende a un comprador o intermediario regional (comprador de primer nivel) quien acumula el producto y luego lo vende a otros intermediarios acopiadores (comprador de segundo nivel) quienes están conectados con compradores en la Ciudad de Panamá (tercer nivel) o a representantes del tercer nivel. Los intermediarios del tercer nivel preparan el producto para la exportación a través de otros canales de comercialización internacional. El

consumo local existe en el segundo y tercer nivel de compra, sin embargo el consumo local normalmente consiste en langostas pequeñas fuera de talla que son consumidas en restaurantes en Bocas del Toro (Isla Colón) y de la Ciudad de Panamá en donde los restaurantes chinos juegan un papel preponderante en su consumo.

La información sobre desembarques de colas de langosta que se han registrado históricamente corresponde a una sola empresa que operó en la región hasta el año 2002 y que representó aproximadamente el 85% de las capturas hasta el año 2001 (Cruz 2002). Las tendencias mensuales de los desembarques de dicha empresa para el período 1994-2001 se muestran en la Figura 5 separadamente según sean langostas chicas o grandes. Las langostas chicas se definen como aquellas con un peso de cola entre 1 y 4 onzas mientras que las grandes son aquellas mayores de 4 onzas de peso de cola. Cabe destacar que las regulaciones pesqueras en Panamá permiten la captura de langostas con pesos de cola a partir de las 2 onzas de peso de cola lo que corresponde a individuos con una talla a partir de 64 mm de CL (Decreto Ejecutivo no. 15 del 30 de marzo de 1981). De lo anterior se desprende que la talla mínima legal para la captura de langosta *P. argus* está muy por debajo de la talla de 80 mm CL en que el 50% de los individuos han madurado y reproducido por lo menos una vez. En efecto, los tamaños de 2 onzas de peso de cola son todos inmaduros y los de 3 onzas de peso de cola no alcanzan al 10% de la madurez entre todos los individuos de la población (Ehrhardt 2007).

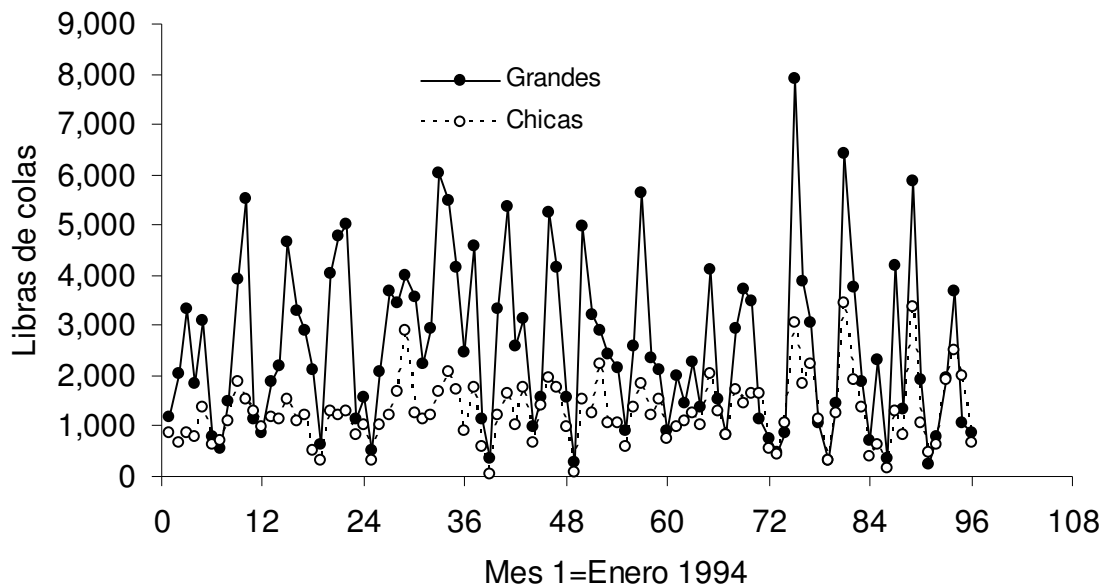


Figura 5. Desembarques mensuales de langostas chicas y grandes Bocas del Toro.

En la Figura 5 se observan dos elementos importantes en los desembarques reportados por la empresa mencionada: 1) existe una bimodalidad estacional en que el primer máximo ocurre entre marzo y mayo mientras que el segundo es entre septiembre y noviembre y 2) comenzando en 1998 las capturas de las langostas pequeñas se hace más evidente en el proceso de explotación. Según las entrevistas realizadas por Cruz (2002) los buzos de la región insular de la región de Bocas del Toro se refieren a septiembre como el mes de mejores capturas de langosta. En la Figura 5 se observa que septiembre y octubre son meses consistentemente importantes en desembarques y en algunos años noviembre es conspicuo en la producción de langosta. También se visualiza en dicha figura que los meses de abril y mayo pueden en algunas temporadas ser incluso más importantes que los desembarques en la segunda de las modas observadas. Con la información en la figura anterior se estimó el promedio estacional de los desembarques de langostas grandes y chicas, así como también el intervalo al 95% de confianza de dichos promedios. También se supuso que los estimados correspondían al 85% de los desembarques reales por lo que a continuación se dan los resultados finales de los

estimados de desembarques de langostas para la región de Bocas del Toro corregidos por dicho porcentaje y para el período 1994-2001:

	<u>Desembarques langosta grande</u>	<u>Desembarques langosta chica</u>
Promedio	36,258 lb.	17,810 lb.
Límite superior	37,839 lb.	18,389 lb.
Límite inferior	34,678 lb.	17,230 lb.

El límite inferior y superior del rango de confianza del valor del promedio desembarcado dados en la tabla anterior son bastante ajustados lo que implica una captura sostenida a través del período para el cual existe esta información. Sin embargo, el proyecto detectó opiniones sobre el hecho que actualmente el recurso langosta no permite alcanzar las capturas históricas debido a la sobreexplotación aparente que se percibe por la gran demanda del producto y por la oportunidad de empleo que el mismo representa para las comunidades costeras de pescadores. Por último, los desembarques estacionales totales de langostas chicas y grandes variaron en promedio para el período 1994-2001 entre 51,908 y 56,228 libras de cola.

Con el propósito de corroborar las opiniones sobre la disminución de las capturas en los últimos años reportadas por algunos pescadores, se analizó comparativamente la situación de las abundancias de la población de langostas en la Plataforma Continental Honduras-Nicaragua según datos aportados por Ehrhardt (2007) relativo a los desembarques históricos de Panamá. En efecto en la Figura 6 se observa que una correlación del 73% de los desembarques de langostas chicas en una temporada dada con las abundancias de la población adulta en Honduras-Nicaragua una temporada antes. Esto también se observa por temporadas en la Figura 7 en que adicionalmente se ha incorporado los estimados de langosta chica que pudieran haberse desembarcado en el período 2002-2006 utilizando la ecuación de regresión estimada de los datos en la Figura 6. Los estimados que se muestran mediante triángulos en la Figura 7 efectivamente dan soporte a las percepciones de los pescadores que la productividad ha bajado; sin embargo,

dicha baja se debería a la disminución de la abundancia de los individuos desovantes en la población de Honduras-Nicaragua que sería la base del reclutamiento de langosta en Panamá. Una vez más, lo anterior viene a corroborar la suposición de que el giro oceánico observado al norte de Colombia-Panamá-Costa Rica (Fig. 3) sería el depositario de la retención de las larvas de langosta que luego son retroalimentadas a los sistemas costeros. Lo anterior implicaría que la abundancia local en Panamá dependerá en gran medida de la disponibilidad de hábitat como áreas de cría y posterior sustentación de las poblaciones de adultos. En este sentido, el desarrollo de la franja costera necesariamente tendrá un impacto sobre la calidad del hábitat de la langosta por lo que se pudiera esperar que con el tiempo exista un impacto sobre la capacidad de las regiones arrecifales de sostener poblaciones de langostas originarias de los reclutamientos explicados más arriba.

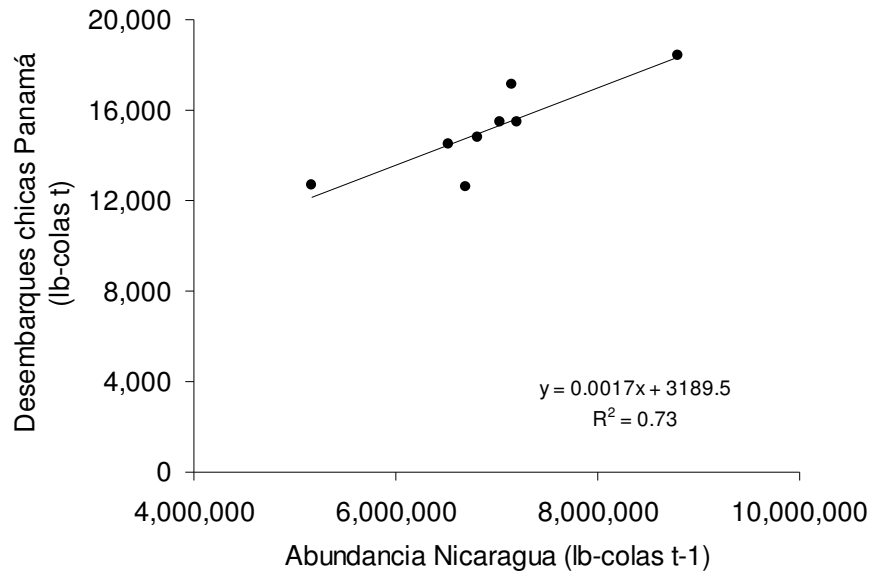


Figura 6. Relación entre la abundancia del stock desovante en Honduras-Nicaragua en la temporada t-1 y las langostas chicas desembarcadas en la pesquería de Panamá en la temporada t.



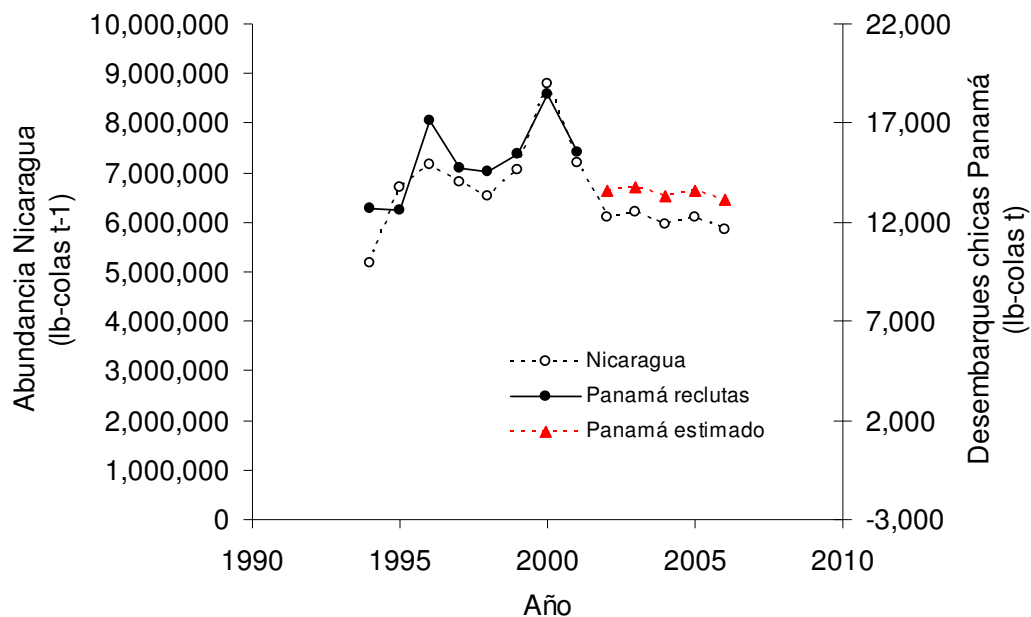


Figura 7. Distribución temporal de la abundancia del stock desovante en Honduras-Nicaragua y los desembarques de langostas chicas en Bocas del Toro.

Para los propósitos de estimar las mortalidades de pesca se requiere tener información sobre la estructuras de tallas de los individuos desembarcados. Debido a la carencia de tal información se realizó una reconstrucción de las tallas a partir de información de pesos por categoría comercial que Spadafora (1999) lograra coleccionar en la empresa compradora de langosta en Bocas del Toro durante el período 1990 a 1994. El algoritmo utilizado fue desarrollado por Ehrhardt & Legault (1997) el cual consiste de los siguientes pasos:

1) El peso de colas de langosta en cada categoría comercial se divide por el peso promedio de las colas en esa categoría con lo cual se obtiene el número de colas desembarcadas en dicha categoría.

2) El número de colas en cada categoría se reparte proporcionalmente en tallas de acuerdo a la distribución de tallas que corresponde a dicha categoría. Esta última

distribución es una característica biológica de la especie y existe información para las pesquerías de Honduras-Nicaragua y Bahamas las cuales se utilizaron en esta reconstrucción.

3) Se procede a sumar las frecuencias de cada talla a través de todas las categorías comerciales y ello da como resultados una distribución de tallas para el total del desembarque que se reporta por categoría comercial.

Luego se utilizó el método de curvas de captura convertido a tallas para determinar la mortalidad total que se ejerció sobre el recurso en cada temporada para la cual existen tales frecuencias de tallas (Ehrhardt & Legault, 1997). La ecuación descriptora del proceso de mortalidad esta dado por

$$\log_e\left(\frac{N}{\Delta a_m}\right) = c + Z * a'$$

donde a' es la edad relativa de los animales en el punto medio de la clase de talla m. Esta edad mediana a' se calcula desde una función de crecimiento de von Bertalanffy como:

$$a' = \frac{\log_e\left(1 - \frac{L_m}{L_\infty}\right)}{-K}$$

y el tiempo requerido por los individuos para crecer a través de esa clase de talla será:

$$\Delta a_m = a_{m+1} - a_m = \frac{1}{K} \ln\left(\frac{L_\infty - L_m}{L_\infty - L_{m+1}}\right)$$

Una vez que Z haya sido estimada para cada mes siguiendo el procedimiento anterior, la tasa de mortalidad mensual de pesca, F, se estima como la diferencia entre el valor de Z estimado como la pendiente de la curva de pesca y el valor de la tasa de

mortalidad natural,  $M$ , estimada para la especie. Los parámetros de crecimiento utilizados en este análisis corresponden a aquellos de la langosta en Nicaragua-Honduras en donde  $K = 0.24$  y  $L_{\infty} = 276$  mm longitud de cola.

En la Figura 8 se muestra como ejemplo el resultado del ajuste regresional de aplicar el método anterior a los datos de tallas reconstruidos desde las categorías comerciales para el año 1994. Los valores resultantes de mortalidad de pesca considerando una mortalidad natural de 0.35 por año y para período 1990-1994 se muestran a continuación:

<u>Año</u>	<u>Mortalidad de Pesca (F)</u>
1990	1.07
1991	0.94
1992	1.07
1993	1.27
1994	1.12

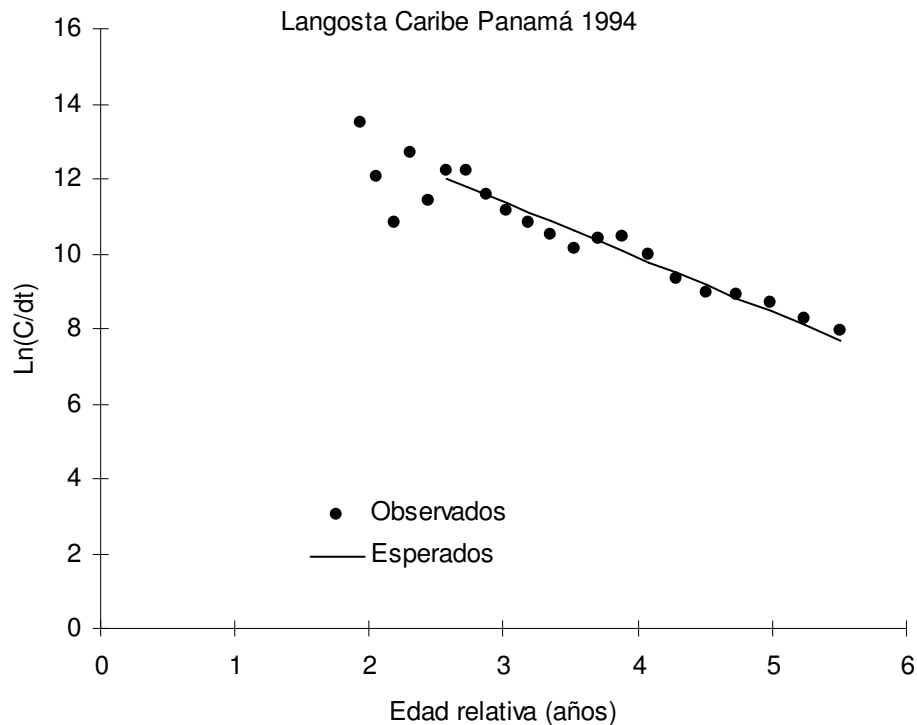


Figura 8. Curva de captura transformada a tallas mostrando la pendiente que representa la mortalidad total ( $Z$ ) del stock en 1994.

Los estimados anteriores se consideran elevados a pesar que corresponden a temporadas en que la intensidad de pesca debió haber sido menor que la que debería existir en la actualidad. En efecto, Gulland (1971) propuso como una primera aproximación que las capturas máximas sostenibles podrían obtenerse de un recurso pesquero cuando el valor de la mortalidad de pesca es aproximadamente similar al de la mortalidad natural. En este caso implicaría que el promedio de las mortalidades de pesca estimadas para el período 1990-1994 estuvieron 3.1 veces encima del valor de la mortalidad natural. El proyecto logró colectar datos sobre las categorías comerciales desembarcadas y compradas por la misma empresa que aportó los datos de Spadafora (1999). Sin embargo, los mismos provienen sólo del primer período usual de capturas máximas (mayo-julio) de la temporada 2007 y correspondiendo a aproximadamente 4,600 libras de colas. A pesar de ello, la aplicación del método anterior a las

distribuciones de tallas obtenidas para tal período dio como resultado que la mortalidad de pesca en lo que va corrido de 2007 sería de 1.02 para los grupos juveniles hasta la edad 4 y la mortalidad se incrementa extraordinariamente a 5.2 para edades mayores (Fig. 9). Este último es un valor que corresponde a 15.3 veces el valor de la tasa de mortalidad natural que daría como resultado una maximización de la capturas del recurso.

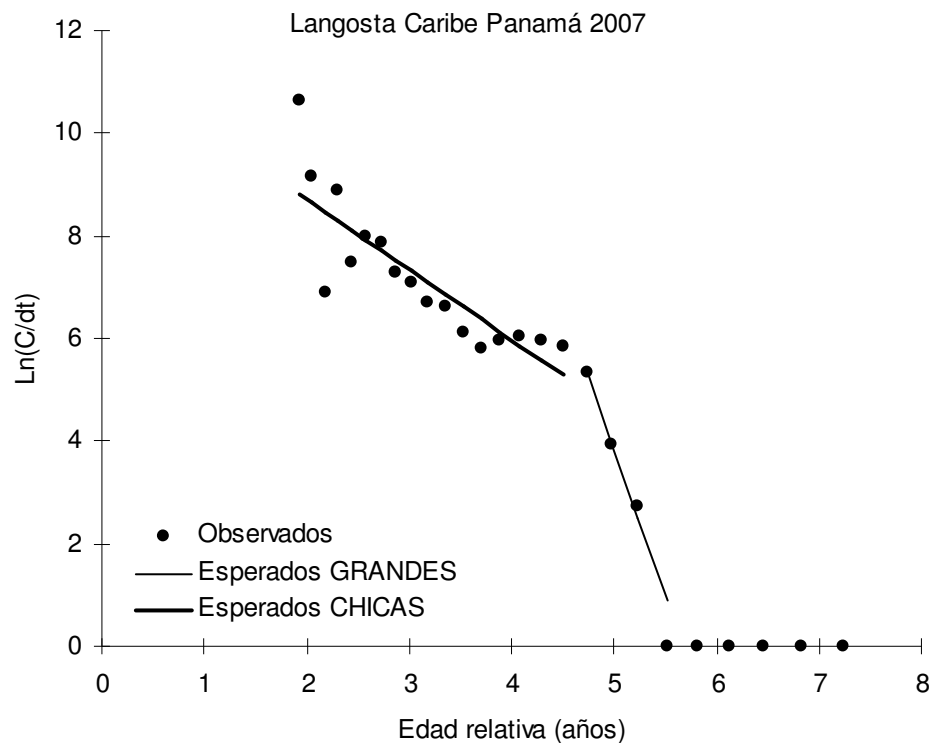


Figura 9. Curva de captura transformada a tallas mostrando las pendientes que representan la mortalidad total ( $Z$ ) del stock en 2007.

También se calculó la mortalidad de referencia denominada  $F_{0.1}$  la cual se usa comúnmente en administración pesquera porque es una mortalidad que, basada en el análisis de rendimiento por recluta, determina los niveles óptimos de producción biológica. En el caso de incluir a langostas desde una talla de 1 onza de peso de cola el valor de  $F_{0.1}$  es de 0.28 mientras que si se le incluye a partir de 5 onzas de peso de cola el valor de  $F_{0.1}$  es 0.695. De estos guarismos se desprende que si a la langosta espinosa se le permite crecer hasta 5 onzas de peso de cola no sólo se capturará más biomasa sino que al

mismo tiempo se podrá ejercer mayor presión sobre el recurso sin generar sobrepesca por crecimiento. Los dos valores de  $F_{0.1}$  estimados están muy por debajo de los niveles históricos y actuales de mortalidad de pesca para el caso de la langosta espinosa de Panamá.

En la Figura 10 se muestra una comparación de las frecuencias de tallas porcentuales desembarcadas en 1994 y aquellas desembarcadas hasta la fecha en 2007. Ciertamente la predominancia de langostas chicas en la primera moda de tallas que corresponde a animales de 1 año de edad se ha incrementado conspicuamente las fracciones desembarcadas entre 1994 y 2007. La segunda moda que corresponde a la edad 2 las frecuencias de estos individuos en los desembarques entre los dos años es muy similar mientras que las edades mayores virtualmente desaparecen en las estadísticas disponibles para el 2007. La información anterior muestra el caso de una extrema explotación que se estaría ejerciendo sobre el recurso langosta *P. argus* en Panamá en que las langostas que se reclutan entre 1 y 3 onzas son altamente explotadas no dejando oportunidad para que crezcan y formar parte de la grandes.

Expandiendo el argumento anterior a todos los años para los cuales se tiene información permite que las estadísticas de desembarques de langostas chicas y grandes que se muestran en la Figura 5 se utilicen en la Figura 11 en que se demuestra que a medida que la explotación de las langostas pequeñas aumentó, los desembarques de las langostas mayores al año siguiente disminuyeron en un proceso casi opuesto. Lo anterior es un proceso que se conoce como sobrepesca por crecimiento. Esto es, la presión de captura cuando es significativo sobre los individuos juveniles que no han alcanzado aun las tasas máximas de crecimiento, se ve reflejado en una pérdida de biomasa excedente o explotable entre los individuos mayores en los años siguientes. Por otro lado, el simple graficado de los desembarques de las langostas grandes desfasadas 1 año con referencia a los desembarques de las langostas chicas (Fig. 12) indica que la pendiente es negativa e igual -1.553. Esto significa que por cada libra de langosta chica que se desembarque, se

pierde de desembarcar en la temporada siguiente un promedio de 1.55 libras de langostas grandes. Este proceso es normalmente analizado mediante algoritmos que estiman la producción por recluta (Beverton & Holt, 1957) bajo condiciones cambiantes de mortalidad de pesca y talla de primera captura. En el caso de la langosta *P. argus* de Panamá, sin embargo, es sorprendente observar que la producción por recluta que se estima usualmente por modelos analíticos, allí se observa en la realidad de la pesquería. Lo anterior es una primera indicación mediante un raciocinio *Ad Hoc* muy simple que la población local no es de gran abundancia y que los niveles de utilización van más allá de la biomasa excedente que las poblaciones locales pueden generar por crecimiento solamente.

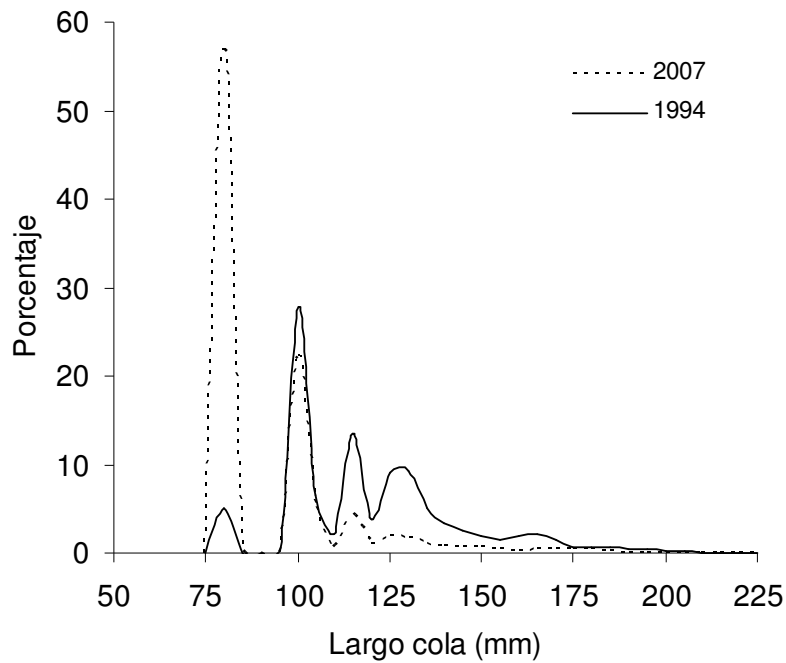


Figura 10. Distribución de las frecuencias porcentuales de langostas espinudas desembarcadas en Bocas del Toro en 1994 y 2007 con modas que representan clases anuales.

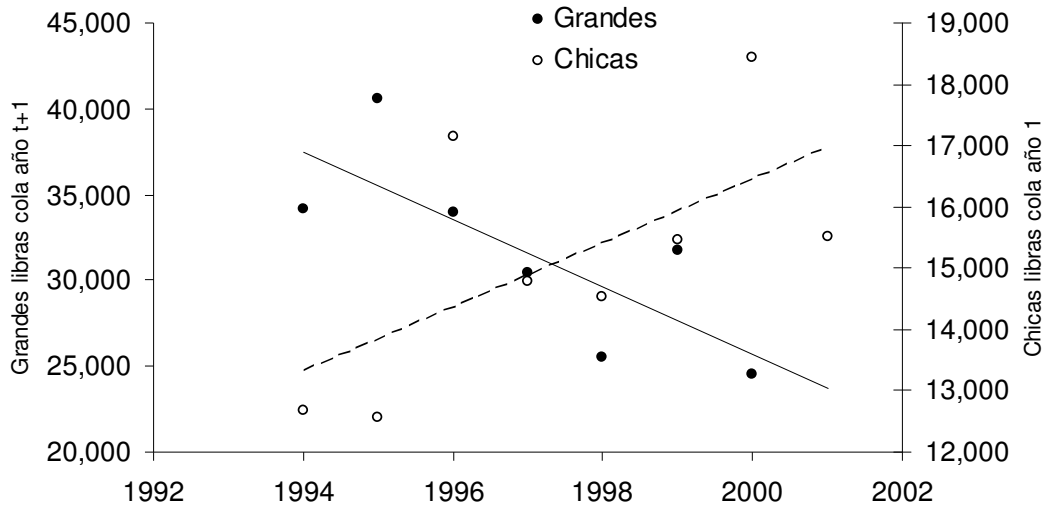


Figura 11. Tendencias opuestas de los desembarques de langostas chicas y grandes en Bocas del Toro.

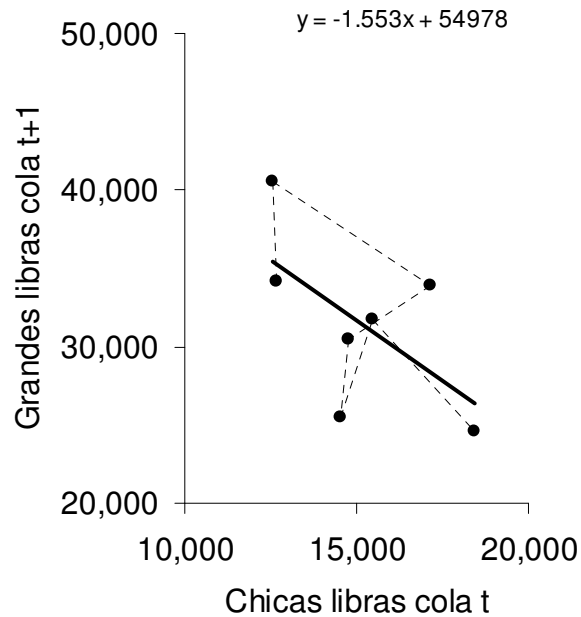


Figura 12. Relación entre los desembarques de langostas chicas y grandes en Bocas del Toro.

Con el propósito de corroborar los resultados encontrados anteriormente se utilizó el modelo de rendimiento por recluta estándar de Beverton & Holt (1957) y en la Figura



13 se muestra el resultado del análisis formal de rendimiento por recluta utilizando los parámetros de crecimiento de *P. argus* en Nicaragua (Ehrhardt, 2007) bajo dos condiciones de primera captura: 1) cuando la especie se le permite crecer hasta una talla que corresponde cuando el 50% de los animales han alcanzado la primera madurez o aproximadamente 5 onzas de peso de cola para ambos sexos combinados y que en la figura se identifica como la curva sin tallas ilegales y 2) cuando no se respeta la talla mínima y se comienza a capturar la especie cuando el peso de la cola es de 1 onza como es el caso de Panamá. Esta última curva se identifica como aquella con tallas ilegales en la Figura 13. Las evaluaciones del rendimiento por recluta anteriores se realizaron con una mortalidad natural de 0.35 anual y para un rango de mortalidad de pesca que va de 0 a 1.4. De la figura anterior se desprende que el rendimiento máximo por recluta cuando no se respeta la talla mínima de 5 sino que se capturan a partir de 1 onza de peso de cola (curva identificada con tallas ilegales) es solo un 45.4% del máximo observado (o lo que es lo mismo que se pierde un 54.6% de la producción por recluta) relativo a cuando se permite que la langosta crezca hasta las 5 onzas de peso de cola (curva identificada sin tallas ilegales). Por lo tanto se puede concluir de los resultados del rendimiento por recluta que las pérdidas porcentuales son casi idénticas a aquellas encontradas anteriormente de la simple regresión de comparación de las capturas de langostas pequeñas contra las capturas de las langostas grandes un año más tarde dadas en la Figura 12.

También se observa en la Figura 13 que los resultados de no respetar una talla mínima que es biológicamente necesaria produce resultados que son muy significativamente deferentes. Las diferencias entre las dos curvas de rendimiento por recluta demuestran la pérdida de biomasa excedente al no dejar que la especie crezca hasta un tamaño más “racional” y dicha pérdida es lo que entonces se denomina sobreexplotación por crecimiento. Lo más sorprendentemente del caso analizado es que el incremento en rendimiento por recluta se pudiera alcanzar en tan sólo 1 año si es que los animales se les dejaran crecer hasta la talla de primera madurez. Sin embargo, el pescador en ausencia de control y vigilancia por parte del Estado sacará del mar todos los

individuos que encuentre a su paso aun cuando esté conciente de la destrucción que crea con ello.

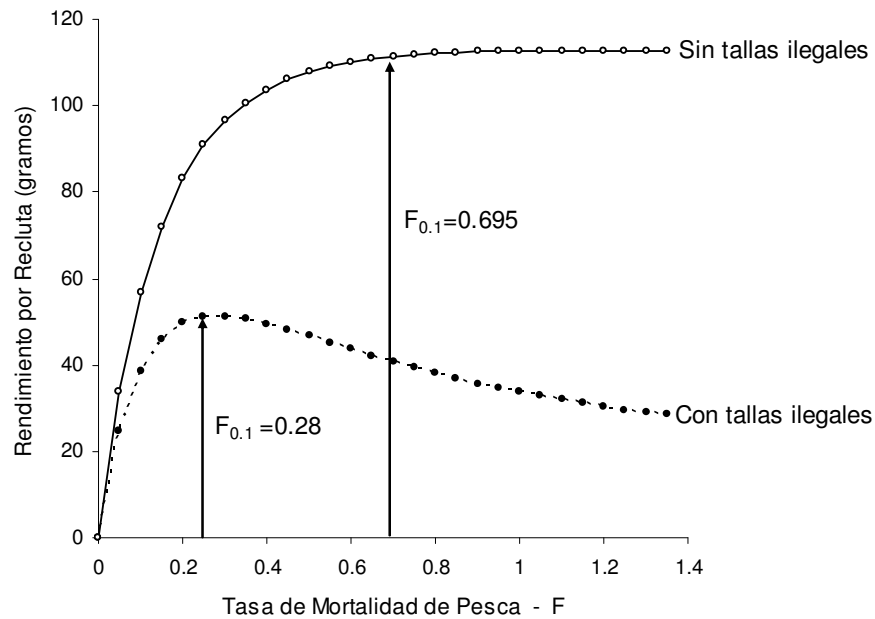


Figura 13. Curvas de rendimiento por recluta considerando la retención de tallas ilegales y respetando las tallas legales. Los valores de las mortalidades de pesca de referencia ( $F_{0.1}$ ) se muestran para cada caso.

Los análisis fueron orientados a medir el impacto que la explotación extrema de del recurso tiene sobre la capacidad de reproducción de la especie. Para esto se llevó a cabo un análisis de fecundidad potencial por recluta (FPR) (Gabriel et al., 1989) el cual considera juntamente los procesos de fecundidad, crecimiento y mortalidad natural correspondiendo a cada edad bajo un esquema de explotación ( $FPR_E$ ) y otro sin explotación ( $FPR_0$ ). Los resultados de los dos procesos (con y sin explotación) se comparan como una razón de fecundidad potencial (RFP) la cual se expresa como:

$$RFP = \frac{FPR_E}{FPR_0}$$

La razón de fecundidad potencial se estimó para una explotación que se inicia a una temprana edad correspondiendo a pesos de cola de 1 onza ( $RFP_1$ ) y otra ( $RFP_5$ ) que

incluye explotación iniciándose a una edad correspondiendo a 5 onzas, talla que permite asegurar que por lo menos el 50% de los individuos han alcanzado la primera madurez.

Los resultados se muestran comparativamente en la Figura 14 desde la cual se desprende que el stock de langosta espinosa en Panamá, que está sujeto a una mortalidad de pesca que se encuentra en el extremo superior de la escala y una temprana incorporación al proceso de explotación (1 onza de peso de cola) debería exhibir una fecundidad poblacional casi inexistente ya que el valor de  $RFP_1$  es 1.25% de la fecundidad que exhibía el stock desovante cuando no estaba sujeto a explotación. En general, en administración de recursos pesqueros se recomienda no reducir el stock desovante por debajo del 20 al 30% del stock en estado virgen. Los resultados del análisis anterior implican que el reclutamiento de nuevos individuos a la pesquería de Panamá dependería fundamentalmente de la fuerza del reclutamiento generado por la fecundidad del stock en la Plataforma Continental de Honduras-Nicaragua y muy mínimamente del stock desovante exiguo que dejaría la pesquería en Panamá después de cada estación de pesca.

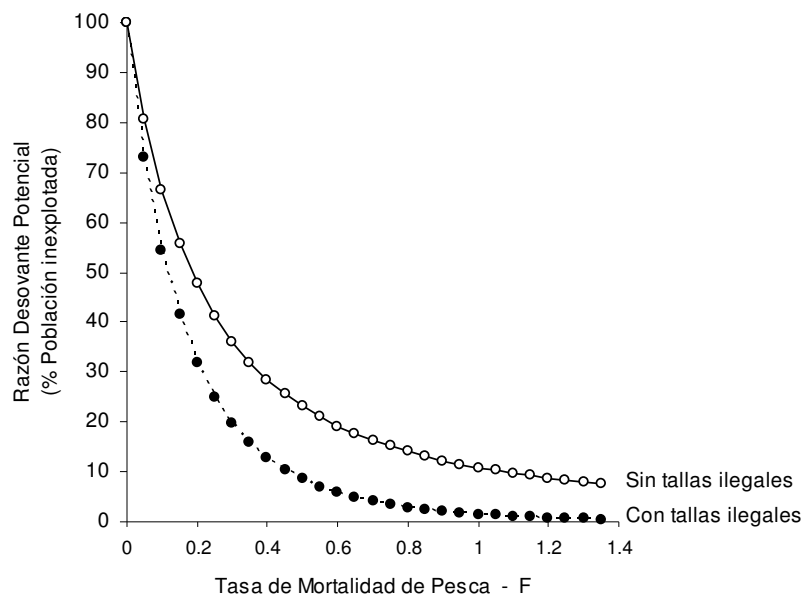


Figura 14. Razón desovante potencial dependiendo de la inclusión de tallas ilegales.

### 2.3. Conclusiones y Recomendaciones

La pesquería de la langosta espinosa en Panamá es de libre acceso en que el aumento de las presiones de pesca debido a la gran demanda por un producto de alto valor no ha sido controlado por el Estado. La especie en Panamá encuentra un hábitat más bien reducido relativo a las existencias de hábitat más propicios y de mayor extensión como es el caso en Honduras-Nicaragua, Cuba o Brasil, lo cual podría justificar las bajas abundancias que sostienen desembarques que no han sobrepasado las 60 mil libras de colas por temporada. Comparativamente las poblaciones en Honduras-Nicaragua generan por sobre 4 millones de libras de colas por temporada mientras que Cuba llegó en su momento a generar por sobre 12 millones de libras de colas.

Los análisis realizados demuestran claramente una situación de **sobreexplotación por crecimiento pero además por reclutamiento**. Esto es, la utilización del recurso langosta por las pesquerías artesanales no reguladas han llegado a desperdiciar significativamente las capacidades de generación de excedentes de producción vía control de la mortalidad en beneficio del crecimiento y la mismo tiempo ha reducido muy significativamente la capacidad reproductiva de la población local.

Las conclusiones anteriores no son ambiguas dados los resultados extremos de explotación que muestran los datos y la información analizada. Existe además una amenaza potencial que al desarrollarse la franja costera necesariamente generará mayor sedimentación, polución y otros efectos que actuaran sobre el hábitat de la especie. Entonces se podría pensar que las condiciones de sostenibilidad de la pesquería podría deteriorarse aun más que el estado actual de explotación en que se encuentra.

De estas conclusiones se desprenden varias recomendaciones las cuales serán difíciles de implementar porque las mismas necesariamente requieren reducciones con impactos sociales, desarrollos institucionales que serán costosos y, sobretodo, requieren

de la voluntad política que no siempre está disponible cuando los desarrollos costeros tienen grandes intereses económicos depositados sobre ellos. De esta forma las recomendaciones son:

- 1) Existe una necesidad de limitar el acceso a la explotación de la langosta para reducir las capacidades de pesca y hacer que el sistema de explotación sea manejable por la autoridad.
- 2) Controlar la mortalidad de pesca a través de una cuota anual de pesca que sea conmensurable con las propiedades biológicas del stock de generar excedentes de producción.
- 3) Establecer una talla mínima de explotación que esté por sobre 5 oz. de peso de cola.
- 4) Destinar el recurso a un grupo de pescadores bien dimensionado y con derechos históricos a su acceso. Por otro lado, existe la necesidad de establecer un proceso de co-administración del recurso con el grupo que se autorizaría y las autoridades de la o las instituciones responsables de asegurar las bases científicas que se requieren para dimensionar la explotación anual de la especie.
- 5) Pero para que la recomendación anterior sea efectiva hay necesidad de establecer un sistema de generar información mínimo suficiente para los propósitos de la administración y ordenación pesquera.
- 6) La institución o instituciones encargadas de dichos procesos deben desarrollar capacidades de evaluación y ordenación de las poblaciones con una dinámica poblacional específica como es la de la langosta espinosa del Caribe, *P. argus*.

- 7) Es imperativo establecer una modalidad ecosistémica en donde quepan acciones destinadas a conservar los recursos pesqueros dentro del marco de referencia del desarrollo de la franja costera.
- 8) Las autoridades responsables de los desarrollos costeros en la región de Bocas del Toro deberían urgentemente evaluar las necesidades de alimentos marinos que serán necesarios suplir a la región y entender que es posible que los recursos marinos de la región ya se encuentren sobreexplotados con lo cual será necesario importar productos marinos para el consumo humano a medida que los asentamientos de nuevas poblaciones humanas se establezcan en la región.
- 9) La autoridades pertinentes deben actuar muy rápidamente en términos de establecer regulaciones pesqueras congruentes, establecer o robustecer las capacidades de monitoreo vigilancia y control de las regulaciones establecidas y educar la pescador con referencia a las estrategias de sostenibilidad que se deban establecer para proteger la especie.

## Referencias

- Arce, A. M. & M. E. de León. 2001. Biology. En: Report on the FAO/DANIDA/CFRAMP/WECAFC Regional Workshops on the Assessment of the Caribbean Spiny Lobster (*Panulirus argus*), P. Medley & S. Venema (eds.). FAO Fisheries Report 619, 17-25.
- Beverton, R. J. H. & S. J. Holt. 1957. On the dynamics of exploited fish populations. Fish. Invest. Min. Agri., Fish. and Food (GB). Ser. II. 19. 533 pp.
- Cochrane, K. L. & B. Chakalall. 2001. The spiny lobster fishery in the WECAFC region – an approach to responsible fisheries management. Mar. Freshwater Res., 52:1623-31.
- Cox, C. & R. D. Bertelsen. 1997. Fecundity of the Caribbean spiny lobster, *Panulirus argus*, from fished and unfished regions in the Florida Keys, USA. Abstract. Manuscrito presentado en la 5<sup>th</sup> International Conference and Workshop on Lobster Biology and Management. Queenstown, New Zealand.
- Cruz, R. & M. E. de León. 1991. Dinámica reproductiva de la langosta (*Panulirus argus*) en el archipiélago Cubano. Revista de Investigaciones Marinas 12:234-245.
- Cruz, R., B. Luckhurst & R. Muller. 2001. Review larval recruitment patterns and variability in spiny lobster (*Panulirus argus*). En: Report on the FAO/DANIDA/CFRAMP/WECAFC Regional Workshops on the Assessment of the Caribbean Spiny Lobster (*Panulirus argus*).(Eds. P. Medley & S. Venema.). FAO Fisheries Report 619, 25-32.
- Cruz, L.G. 2002. Diagnostico de la situación de la pesca de la langosta en 9 comunidades del Archipiélago de Bocas del Toro. Informe Final. The Nature Conservancy. 32p.
- Ehrhardt, N. 1994. The lobster fisheries of the Caribbean coast of Central America. En: Spiny Lobster Management, B.F: Phillips, J.S. Cobb & J. Kitakka (eds.). Fishing News Books, pp.133-143.
- Ehrhardt, N.M. 1996. Alternative minimum size definitions for the spiny lobster, *Panulirus argus*, fishery of the Bahamas. FAO Technical Cooperation Programme BHA-4453(A). Doc. 3. FAO Rome, May 1996.
- Ehrhardt, N.M. 2001. Regional Review. En: Report on the FAO/DANIDA/CFRAMP/WECAFC Regional Workshops on the Assessment of the Caribbean Spiny Lobster (*Panulirus argus*), P. Medley & S. Venema (eds.). FAO Fisheries Report 619, 12-16.
- Ehrhardt, N. M. 2004. Elementos estratégicos para la administración y conservación de la langosta espinosa (*Panulirus argus*) en el Mar Caribe de Honduras y Nicaragua. Informe Final. Proyecto WWF/OSPESCA No. 001/2004. 47 p.

- Ehrhardt, N. M. 2005. Population Dynamic Characteristics and Sustainability Mechanisms in Key Western Central Atlantic Spiny Lobster, *Panulirus argus*, Fisheries. Bull. Mar. Sci. 76(2):501-525.
- Ehrhardt, N. M. 2006. Estudio Integral sobre la Pesquería Langosta del Mar Caribe. Informe Final Consultoría PASMA-DANIDA, Sub-Componente 1C Apoyo al MIFIC a través de la Dirección General de Recursos Naturales. COWI A/S-Denmark. Managua, Nicaragua. Abril 2006. 94 p.
- Ehrhardt, N. M. 2007. Cuota global anual de captura del Caracol *Strombus gigas* y mejoramiento del método de cálculo de la Cuota Biológicamente Aceptable CBA de la Langosta del Mar Caribe. Informe Final DANIDA CIPA/AdPesca/MIFIC Managua, Nicaragua. 12 febrero 2007
- Ehrhardt, N. M. & C. M. Legault, 1997. Crustacean stock assessment techniques incorporating uncertainty. *FAO Fish. Rep.* No. 544 (Suppl.): 111-131.
- Evans, C. R. 1990. A study of the population dynamic and biology of the spiny lobster *Panulirus argus* and *P. guttatus* on the Bermuda platform. Taller Internacional de Langosta. La Habana, Cuba, 12-16 junio 1990.
- FAO. 2001. Report on the FAO/DANIDA/CFRAMP/WECAFC Regional Workshops on the Assessment of the Caribbean Spiny Lobster (*Panulirus argus*). Belize City, Belize, 21 April-2 May 1997 y Mérida, Yucatán, México, 1-12 June 1998. FAO Fisheries Report. No. 619. 381 pp.
- Gabriel, W. L., M. P Sissenwine & W. J. Overholtz. 1989. Analysis of spawning stock biomass per recruit: An example from Georges Bank Haddock. No. Am. J. of Fish. Manag.. 9: 383-391.
- Gulland, J. A. 1971. The Fish Resources of the Ocean. Fishing News (Books) Ltd.: West Byfleet, England.
- Hernández Pereira, C. 2003. Determinación del índice de reclutamiento para post larvas de langosta espinosa, *Panulirus argus*, en Punta Caleta, Provincia de Colón, Panamá. Trabajo de Graduación. Escuela de Biología, Facultad de Ciencias Naturales y Exactas, Universidad de Panamá.
- Lewis, J. B. 1951. The phyllosoma larvae of the spiny lobster, *Panulirus argus*. Bull. Mar. Sci. 1:89-103.
- López, D. 1999. Conceptos básicos para la ordenación de la pesquería de langosta en la Provincia de Bocas del Toro. Versión Preliminar. 21p.



- Lyons, W. G. 1980. The postlarval stage of scyllaridean lobsters. *Fisheries* 5(4):47-49.
- Lyons, W. G. 1981. Possible sources of Florida's spiny lobster population. *Proc. Gulf. Caribb. Fish. Inst.* 33: 253-266.
- Menzies, R. A. & J. M. Kerrigan. 1980. The larval recruitment problem of the spiny lobster. *Fisheries* 5(4):42-46.
- Mooers, C. N. K. & G. A. Maul 1998. Intra-American Sea Circulation. *The Sea*, Vol. 11, *The Global Coastal Ocean: Regional Studies and Syntheses*, R. Robinson and K. H. Brink (eds.). John Wiley & Sons: New York, pp. 183-208.
- Sarver, S. K., J. D. Silberman & P. J. Walsh. 1998. Mitochondrial DNA sequence evidence supports the existence of two subspecies or species of the Florida spiny lobster *Panulirus argus* (Latrielle). *J. Crust. Biol.* 118: 177-186.
- Sarver, S. K., D. W. Freshwater & P. J. Walsh. 1999. The occurrence of the Brazilian sub-species of the spiny lobster (*Panulirus argus westonii*) in Florida waters. *Fish. Bull. U.S.*
- Silberman, J. D., S. K. Sarver & P. J. Walsh. 1994a. Mitochondrial DNA variation and population structure in the spiny lobster, *Panulirus argus*. *Mar. Biol.* 120: 601-608.
- Silberman, J. D., S. K. Sarver & P. J. Walsh. 1994b. Mitochondrial DNA variation in seasonal cohorts of spiny lobster (*Panulirus argus*) postlarvae. *Molec. Mar. Biol. Biotechnol.* 3: 165-170.
- Soares, C. N. C. & P. P. Lira-Cavalcante. 1984. Dinámica reproductiva de las langostas *P. argus* and *P. laevicauda* del litoral de la región nororiental del Brasil. COPACO. Grupo de trabajo sobre evaluación de recursos pesqueros marinos. 4ta. Reunión. Bogotá, Colombia. 29 octubre al 2 noviembre 1984.
- Spadafora, A. 1999. Pesquería de la Langosta *Panulirus argus* en el Archipiélago de San Blas, Kuna Yala, Panamá: Antecedentes Históricos y Diagnóstico General. PRADEPESCA.