

# EVALUACIÓN DE LA PESQUERÍA DE LANGOSTA (*Panulirus argus*) EN EL ARCHIPIÉLAGO DE SAN ANDRÉS, PROVIDENCIA Y SANTA CATALINA, CARIBE COLOMBIANO.

Carlos A. Borda <sup>1</sup> y Raúl Cruz <sup>2</sup>

- (1) Instituto Colombiano de Desarrollo Rural (INCODER), Avenida Newball, Edif. Cámara de Comercio San Andrés Isla, Colombia. Email: [cborda@incoder.gov.co](mailto:cborda@incoder.gov.co).  
 (2) Centro de Investigaciones Marinas, Universidad de la Habana, Calle 16 No. 114, Playa, CP 11300, Ciudad Habana, Cuba. Email: [rcruz@cim.uh.cu](mailto:rcruz@cim.uh.cu).

## RESUMEN

Se analizó el estado de explotación de la población de langosta (*Panulirus argus*) en el archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, a partir de los datos de desembarque y la composición por talla (industrial) entre 1994 y 2004. Mediante el análisis de la población virtual y el modelo predictivo de Thompson y Bell's por tallas se evaluó la pesquería. Se determinó que el 67 % de la mortalidad por pesca (F) se ejerce sobre los individuos de mayor edad. La pesca de sublegales (27%) y la disminución de la talla promedio, originada principalmente por la elevada F que se ejerció en los ejemplares de mayor talla, ha ocasionado un estado de sobrepesca del crecimiento y del reclutamiento. El modelo predictivo indicó que como promedio (2000-2004) en el archipiélago se ejerció una F (40 %) superior a la  $F_{(0.1)}$  del modelo, para obtener una captura máxima sostenible (CMS) de 796 t (241 t cola). Se propuso como punto de referencia biológico una  $F_{(0.1)}$ , entonces la captura proyectada ( $C_{(0.1)}$ ) fue de 705 t (214 t cola) para todo el archipiélago. Considerando que la productividad máxima sostenible (PMS) es de 35 kg/km<sup>2</sup>, este valor multiplicado por el área total de Providencia, Santa Catalina y los cayos del sur (San Andrés, Bolívar y Albuquerque) proporcionó un estimado de la CMS de 17.45 t (5.29 t cola) y que con  $F_{(0.1)}$  la captura estimada fue de 16.9 t (5.12 t cola).

Palabras claves: pesca artesanal; mortalidad por pesca; pesquerías; ordenación; *Panulirus argus*; ASW, Cuba.

## ABSTRACT

The state of the exploited *Panulirus argus* population was analyzed in San Andrés, Providencia and Santa Catalina archipelago, Colombia, from 1994 to 2004. The virtual population analysis technique and the predictive model of Thompson and Bell were used to assess population status. Input data included landing records and size composition (1994-2004). The 67% of the fishing mortality (F) is exercised for older individuals with higher reproductive capacity. The sublegal fishing (27%) and the decrease of the size average due to high F has provoked growth and recruitment overfishing. The model of Thompson and Bell indicated that, as an average, for the period (2000-2004) F in the archipelago was 40% higher than the model ( $F_{(0.1)}$ ) to obtain a maximum sustainable yield (MSY) of 796 t (241 t tail). We proposed  $F_{(0.1)}$  as a biological reference point, then the projected catch ( $C_{(0.1)}$ ) was 705 t (214 t tail) for the archipelago. Considering that the maximum sustainable productivity (MSP) is 35 kg/km<sup>2</sup>, and multiplying this value for the total area of Providencia, Santa Catalina and the keys of the south (San Andrés, Bolívar and Albuquerque) it provided a MSY of 17.45 t (5.29 t tail) and with  $F_{(0.1)}$  the predictive catch was of 16.9 t (5.12 t tail).

Key words: artisanal fishery; fishing mortality; fisheries; assessment; *Panulirus argus*; ASW, Cuba.

La pesca de la langosta espinosa *Panulirus argus* (Latreille 1804) se realiza en las plataformas y bancos del archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina (SPS) y en la franja costera de la plataforma continental de los departamentos de Magdalena y la Guajira del Caribe colombiano. Los desembarques totales promediaron 1 087 t (329 t cola) entre 1990 y 2001, representando el 3.6 % de la producción total en el Gran Caribe (Cruz *et al.*, 2005).

En el archipiélago de SPS los desembarques de langosta fueron superiores a las 700 t (212 t de cola) a finales de la década de los 80's y el valor de

sus exportaciones fluctuó entre los 4 y 13 millones de USD entre el 2002 y 2004. El 95% de los desembarques se procesan como langosta "cola congelada" en tres plantas industriales localizadas en la isla de San Andrés (Antillana S. A. y King Crab Sea Food) y en Cartagena de Indias. El 5% de los desembarques se comercializa en el mercado doméstico.

Según los datos de la Secretaría de Agricultura y Pesca y el Instituto Colombiano de Desarrollo Rural (INCODER), los barcos industriales de acero (17-27 m de eslora) son operados por pescadores hondureños (hasta 28 pescadores en una

embarcación) y tienen una autonomía entre 60 y 90 días (Gallo *et al.*, 2001). La pesca artesanal es realizada por pescadores colombianos, con salidas diarias al mar en botes (2-5 pescadores) de madera o de fibra de vidrio (3-8 m de eslora), propulsados por lo general con motor fuera de borda de 40 HP (Chiquillo, 2002).

En el Caribe Colombiano la pesca de la langosta se limita desde el año 1990 (Prada, 2004). Actualmente se regula la talla mínima legal (140 mm de Lct, largo del abdomen hasta el final del telson), el periodo de veda (1<sup>ro</sup> de abril al 30 de junio), el número de licencias de pesca (número de permisionarios y embarcaciones), la captura anual (cuota de 200 t de cola) y se prohíbe la captura de hembras ovígeras y el uso de equipos de buceo autónomo.

El presente trabajo tiene como objetivo analizar el estado del recurso langosta, pronosticar la pesquería y establecer los puntos de referencia biológicos para garantizar la conservación del stock de langosta en el archipiélago de SPS.

## MATERIALES y MÉTODOS

### Descripción del área de pesca

El archipiélago de SPS fue la región seleccionada para realizar la evaluación y el ordenamiento pesquero de la langosta *Panulirus argus*. La localización geográfica está delimitada por las longitudes 78° y 81° O y las latitudes 16° y 12° N, incluyendo además la sección de la plataforma Nicaragüense conocida como Luna Verde (entre 14°17' y 15°00' N y entre los 81°36' y 82°00' O). Su mar territorial es de aproximadamente 250 000 km<sup>2</sup> con una profundidad promedio de 4 000 m (Anónimo, 2005). Las islas y atolones son oceánicas de origen volcánico y su plataforma insular es somera, teniendo en ellas un gran desarrollo de formaciones coralinas en diferentes tipos de biotopos (Fig. 1).

El área de las plataformas y bancos fue calculada (0-30 m) a partir de las informaciones obtenidas por Díaz *et al.* (2000), Munro (1983) y Erick Castro (comunicación personal).

### Base de datos

Los datos de los desembarques de la flota artesanal en la zona de Providencia, San Andrés y los cayos del Sur (Bolívar y Alburquerque), expresados en toneladas métricas (t), fueron compilados de las siguientes fuentes: 1974-1979 (García, 1980), 1980-

1983 (Gallo *et al.*, 2001), 1984-1990 (Vallecia, 1990), 1991-1995 (Polo y Gallo, 1997), 1996-1999 (Funcionarios de la Capitanía del Puerto) y 2000-2004 (reportes anuales de las langostas vendidas por los artesanales a las empresas Antillana y King Crab Sea Food; incluye información de Providencia).

La información de los desembarques de la flota industrial y de la artesanal (cayos del norte) fueron obtenidos de las siguientes fuentes: 1989-2000, se calculó restando las estadísticas de langosta del Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura (información oficial del INPA, 2001) los datos de los departamentos de la Guajira y Magdalena (Manjarrés, 2004); 2001-2003, Programa de Ordenación, Manejo y Conservación de los Recursos Pesqueros en la Reserva de la Biosfera Seaflower (Anónimo, 2005) y el 2004 (información oficial del INCODER, 2005).

Los desembarques anuales fueron calculados sumando los datos de la flota industrial y artesanal que pescan langosta (*P. argus*) en el archipiélago de SPS.

Se utilizaron los datos de las exportaciones (cola congelada) de las plantas industriales de Antillana S.A. y King Crab Sea Food (1994-2004). Para obtener las equivalencias entre la talla industrial de la cola o abdomen en onzas (5/9, 6/7, 7/8, 8/9, 9/10, 10/12, 12/14, 14/16, 16/20, 20/UP) y la biológica expresada en el largo del cefalotórax (mm de Lc), se emplearon las ecuaciones sugeridas por Cruz (2002):

$$Lc = (\text{Exp} ((\text{Ln} (Co / 0.03527) - \text{Ln} (0.7098)) / 2.5607)) \times 10)$$

Co: categoría de la cola en onzas.

A cada categoría comercial expresada en Lc se le calculó la talla media (mm) y con la relación largo peso ( $Wt = (0,002582 \times Lc^{2,7461}) / 1000$ ) para ambos sexos (Cruz, 2002) se obtuvo el peso medio (kg) por categoría. Para convertir los datos de la langosta cola a entera viva se multiplica el valor de la cola por el factor 3.3 (rendimiento del descole industrial por el índice de insumo industrial) propuesto por Cruz (2002). La captura en número, en cada intervalo de talla, se obtuvo dividiendo la captura de la langosta entera viva entre el peso medio. La talla (Lc) media anual (1994-2004) se obtuvo a través de la siguiente ecuación (Cruz, 2002):

$$Lc \text{ (media)} = (N * Lc) / N$$

N = captura en número

Lc = intervalo de clase



Fig. 1. Mapa del archipiélago de San Andrés y Providencia, mostrando las extensiones de las áreas de la plataforma, islas oceánicas, bancos y nombre de localidades mencionadas en el texto.

### Relación entre longitudes

Las langostas capturadas fueron sexadas y se les midió el Lc desde la escotadura que existe entre los grandes acúleos al borde posterior del cefalotórax con un pie de rey de 150 mm y una precisión de 0.01 mm. También a cada ejemplar se les midió la Lct desde el borde anterior del primer anillo hasta el extremo posterior del telson o nadadera terminal.

Con estas longitudes se establecieron las relaciones utilizando el modelo de regresión lineal, siendo la variable independiente Lct y la dependiente Lc. La serie de datos abarcó un período de tres años (2001-2003) para la región de Providencia.

### Análisis de la población virtual

Los valores de la mortalidad por pesca (F) y el número de sobrevivientes fueron calculados a partir del análisis de cohortes de Jones (1984) basado en las tallas. El método se aplicó a la pseudocohorte del período 2000-2004 para la zona del archipiélago de SPS, considerando un sistema de parámetros en equilibrio. La matriz de la captura-talla en número

fue obtenida dividiendo la captura total (kg) por el peso medio (kg) en cada intervalo de talla, para producir una distribución por talla de los desembarques entre el 2000 y 2004.

El algoritmo del modelo fue desarrollado en Microsoft Office Excel (2003). Como datos de entrada se utilizaron la matriz de captura en número por talla, un valor de la mortalidad natural (M) y una estimación de F de la edad más vieja de la cohorte o F terminal (Ft). El método iterativo de Newton-Raphson se utilizó para resolver los sistemas de ecuaciones del análisis de cohortes, obtener los valores de F y calcular la estructura de la población por talla. El índice de reclutamiento a la pesquería fue medido como los individuos entre 50 y 59 mm de Lc y con aproximadamente un año de edad (edad relativa). Así se obtuvo la estructura de tallas de la población y el índice de reclutamiento a la pesquería. Los parámetros de entrada fueron los siguientes:

Cnt : captura en número por talla (2000-2004)

$K = 0.236$ ,  $L_{\infty} = 186$  y  $t_0 = -0.13$ . Parámetros de crecimiento anuales validados para la región del Caribe (Leocádio y Cruz, 2005).

M (anual), obtenida a partir de la ecuación sugerida por Cruz *et al.* (1981) donde

$$M = -0,0277 - 0,0004 \times L_{oo} \text{ (mm)} + 0,5397 \times K \text{ (año}^{-1}\text{)} + 0,0119 \times T \text{ (}^{\circ}\text{C)}.$$

Los valores de la temperatura superficial del mar para los años entre 1982 y 2004 en la región de San Andrés, fueron obtenidas de la base de datos Reynolds disponible en Internet (Reynolds y Smith, 1994).

### Pronóstico de la pesquería

Se utilizó el modelo predictivo de Thompson y Bell's (1934) basado en las tallas, para predecir los efectos del cambio en el esfuerzo sobre los rendimientos futuros y para analizar el efecto de las medidas de ordenación (Sparre y Venema, 1995).

El modelo predictivo utilizó como valores de entrada los resultados del análisis de cohorte basado en las tallas. Los datos de entrada consistieron en valores de F por intervalo de tallas, el número de langostas sobrevivientes en los intervalos de tallas más pequeños ( $N_{50-59}$ ), los parámetros de crecimiento descrito anteriormente, el factor de mortalidad natural por grupo de tallas (H) y los valores de la relación largo-peso.

Los puntos de referencia biológica para la gestión y conservación del recurso langosta fueron calculados teniendo en cuenta la metodología referida en los trabajos de Caddy y Mahon (1996) y Cadima (2003). El procesamiento estadístico de toda la información se realizó en Microsoft Excel 2003 y con el paquete de programas STATISTICA, versión 5 para Windows.

## RESULTADOS

### La pesquería de langosta

Las operaciones pesqueras de la langosta se realizan en cuatro regiones del archipiélago (cayos del Norte, Luna Verde, región central y los cayos del sur) en un área de 8 187 km<sup>2</sup> de plataforma, que representa el 3.3% del mar territorial colombiano. Es una pesca de libre acceso y no hay un estricto control del esfuerzo, de las operaciones pesqueras durante el periodo de veda (abril-junio) y de la talla mínima legal (140 mm de Lct). Operan un número indeterminado de botes artesanales (domésticos) y barcos industriales (17-30 m de eslora) provenientes principalmente de Honduras y Nicaragua (sector de Luna Verde).

La pesca con nasas (industrial) y con buzos que se desarrolla en los cayos del norte, cubren el 94% del área total (7 689.7 km<sup>2</sup>) y están formados por Roncador (50.1 km<sup>2</sup>), Serrana (321.4 km<sup>2</sup>), Quitasueño (1 320.2 km<sup>2</sup>), Serranilla (990 km<sup>2</sup>), Bajo Nuevo (170 km<sup>2</sup>), Alicia (260 km<sup>2</sup>) y el sector de Luna Verde (2 900 km<sup>2</sup>). Se reportan otros bancos (entre Quitasueño y Luna Verde) donde se registran operaciones pesqueras de langosta. Se desconoce el número de embarcaciones, nasas, buzos y las operaciones pesqueras que se realizan en cada área.

La región Sur está constituida por el complejo arrecifal de San Andrés, los atolones de cayo Bolívar y Alburquerque, que cubren un área de 211.6 km<sup>2</sup>. La región central integrada por el complejo arrecifal de Providencia y Santa Catalina se extiende en un área 285.2 km<sup>2</sup>. En estas regiones la captura de langosta se realiza por los pescadores artesanales que habitan en las Islas de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, utilizan pequeñas embarcaciones (entre 3 y 7 m de eslora) y con motor fuera de borda entre 15 y 75 HP. Los valores de los desembarques fluctuaron entre 25 y 53 t (7.6 y 16.1 t cola), representando el 6 % de los registros totales para el periodo entre el 2000 y 2005.

Los muestreos realizados en la plataforma de PS reportan un promedio de 116 pescadores y entre 45 y 55 botes que pescan langosta. El 55 % de los botes utilizan 2 pescadores y el 36%, 7% y 2% pescan con 3, 4 y 5 pescadores, respectivamente (2001-2003). La langosta es capturada con gancho mediante el buceo libre o autónomo a una profundidad entre 8 y 30 m. La captura promedio anual es de 103 kg cola/bote (339 kg entera/bote). En ambas plataformas las campañas o faenas de pesca son diarias y los desembarques se realizan en 8 sitios ubicados en la zona costera (Santa Catalina, Free Town, Old Town, San Felipe, South West Bay, Bottom House, Rocky Point y Mountain).

### Relaciones morfométricas

Se observó una relación altamente significativa entre Lct y Lc ( $N = 694$ ;  $r^2 = 0.8578$ ) en las langostas de ambos sexos. Las ecuaciones fueron las siguientes:

$$Lc = -2.6699 + 0.6053 Lct$$

y la ecuación inversa se expresa:

$$Lct = 27.595 + 1.4173 Lc$$

Las ecuaciones son válidas para los intervalos de tallas siguientes:

$$105 \leq L_{ct} \leq 250 \text{ mm y } 60 \leq L_c \leq 170 \text{ mm}$$

Teniendo en cuenta que la talla mínima legal de la langosta en el archipiélago de SPS es de 140 mm de  $L_{ct}$ , con la ecuación resultante se pronosticó un valor de 82.07 mm de  $L_c$

### Comportamiento de los desembarques

La variación anual de las capturas a partir del año 1974 muestra tres etapas bien diferenciadas (Fig. 2A). En la primera entre 1974 y 1983 los desembarques anuales no sobrepasaron las 40 t anual; la segunda fue una fase de crecimiento entre 1984 y 1992, con caídas de las capturas en los años 1986 y 1988; y la tercera etapa inició desde 1992, la cual se caracterizó por apreciables fluctuaciones y niveles inferiores a las 700 t en 1994, 1997, 2000 y 2004, después de uno o dos años de una captura muy elevada como la ocurrida en 1992, 1995, 1999, 2002 y 2003.

En los desembarques de la pesca artesanal se observó un crecimiento sostenido desde 1984 hasta alcanzar un máximo de 850 t en 1990, y un descenso sostenido hasta el año 1996. Desde finales de la década de los noventa hasta el año 2004 no se han observado niveles de captura superiores a las 53 t (Fig. 2B). Este comportamiento no tiene relación con la variación de los desembarques en la pesca industrial.

### Estructura de la captura y los desembarques

En la región de Providencia, entre los años 2001 y 2004, las langostas capturadas entre los 80 y 100 mm de  $L_c$  representaban el 57% de las capturas en número y un 27% como promedio de ejemplares sublegales (entre los 50 y 70 mm de  $L_c$ ), lo cual ha provocado una disminución progresiva en la abundancia de los individuos de menor talla y un aumento en la disponibilidad de los ejemplares de mayor talla en la población (Fig. 3).

La composición de los desembarques en número procesados industrialmente muestra una tendencia similar en el mismo período (Fig. 3), aunque contrariamente no se observan langostas procesadas entre los 50 y 70 mm de  $L_c$  (entre 2/3 y 4/5 onzas de cola). Esta situación probablemente está relacionada con la comercialización ilegal de sublegales en el mercado

doméstico o la inclusión de sus abdómenes en la masa de langosta denominada como “cacho” (carne del carapacho). Este producto representa entre un 16 y 20% (2000-2004) del total entregado a la industria, siendo sus porcentajes muy similares a las capturas de sublegales (27%).

### Composición por tallas y talla media

Entre 1994 y el 2004 se procesaron un total de 9 396 586 langostas. La talla media mostró una tendencia negativa y diferencias altamente significativas entre años (intervalo de confianza de 95 %, fluctuó entre 0.2 y 0.4 mm), excepto durante 1997 y 1998 (Fig. 4).

### Estructura de la población y pronóstico de las capturas

Los resultados del análisis de cohortes por clases de tallas se estructuraron a intervalos de tiempo no constante y se obtuvo una matriz que permitió analizar la composición por tallas durante la vida de la pseudocohorte entre 2000 y 2004 (Tabla 1). El número de reclutas y la  $F$  por talla fueron utilizados como valor de entrada en el modelo predictivo de Thompson y Bell.

La estructura por tallas de la captura está conformada por un 11% de pre-reclutas, el 55% de tallas medianas (70-99 mm de  $L_c$ ) y un 34% de langostas grandes ( $> 100$  mm de  $L_c$ ). El número de langostas en los desembarques ha variado entre los 0.72 y 227.3 miles (2000-2004) y el número promedio fue de 1.13 millones en el mismo período (Tabla 1).

El número promedio de reclutas en la población (50-59 mm de  $L_c$ ) es de aproximadamente 1.88 millones de individuos (reclutas), el cual se alcanza con una  $F$  de 0.097. El número promedio de ejemplares en la población es de 7.96 millones. Se verificó que el 67 % de la  $F$  se ejerce en los individuos más viejos de la población, entre 100 y 169 mm de  $L_c$ . En las langostas pre-reclutas (50-79 mm de  $L_c$ ) y los adultos más jóvenes (80-99 mm de  $L_c$ ) la  $F$  representa entre el 8 % y el 25 %, respectivamente (Fig. 5).

En el archipiélago de SPS, la curva de captura de equilibrio del modelo de Thompson y Bell (Fig. 6) muestra que como promedio se ejerció una mortalidad por pesca ( $F_{(x)} = 0.96$ ) superior en un 40% a la  $F_{(x)}$  máxima del modelo, para obtener una captura máxima sostenible (CMS) estimada en 796 t (241 t cola). En el período actual, aunque la  $F$

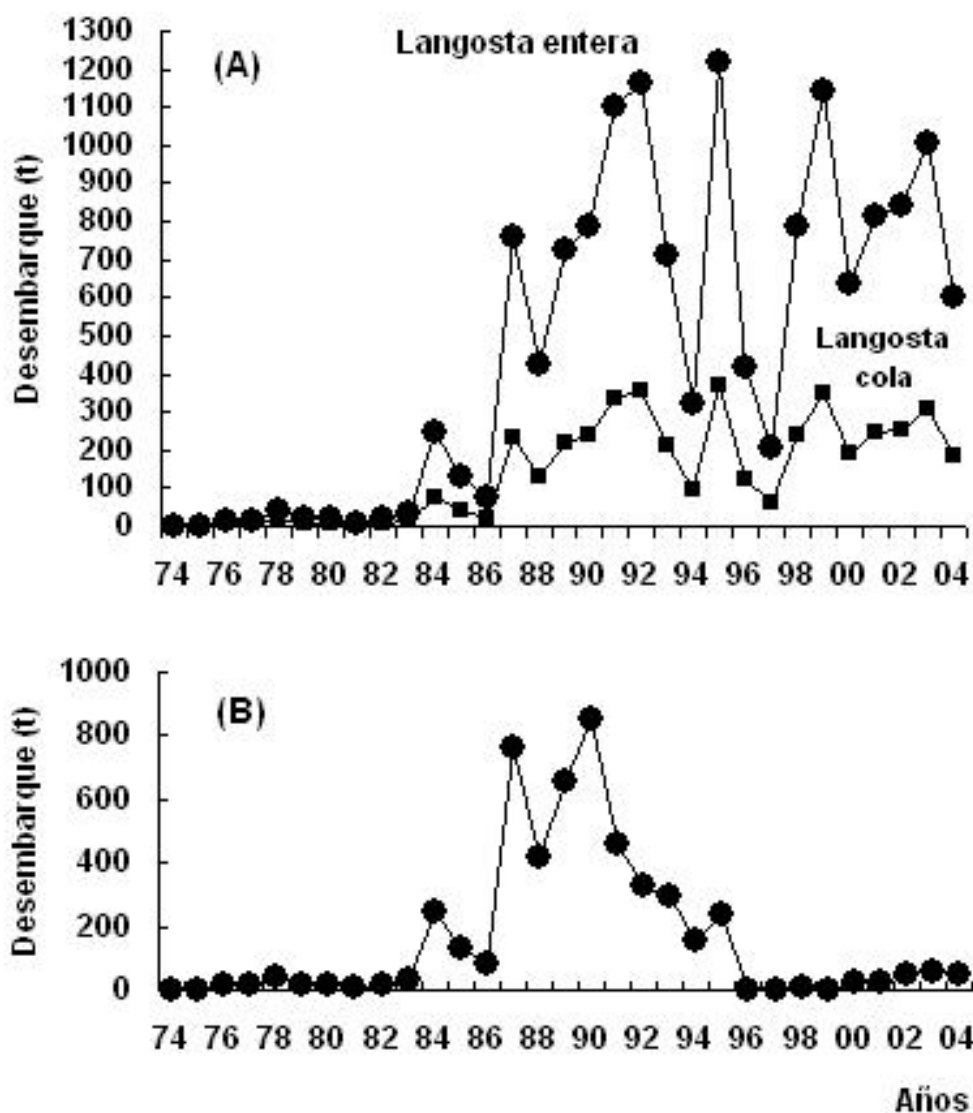


Fig. 2. (A) Comportamiento histórico de las capturas de langosta (*Panulirus argus*) en el archipiélago de San Andrés y Providencia. (B) Desembarques anuales (langosta entera viva) de la pesquería artesanal de langosta.

disminuyó en relación al período anterior (1995-1999), la captura promedio obtenida entre 2000 y 2004 (781 t; 237 t de cola) es inferior a la captura de equilibrio. El stock está sometido a una sobrepesca, ya que una reducción en el esfuerzo aplicado (F) producirá una captura más elevada.

El punto de referencia biológico (PRB) seleccionado fue el de  $F_{(0.1)}$  (0.315), el cual proporcionó una captura de 705 t ( $C_{(0.1)}$ ), 214 t de cola, y un nivel de biomasa media de 2 366 t ( $B_{(0.1)}$ ) superior al que se obtuvo con la biomasa media máxima sostenible (BMS = 1 503 t), lo cual sugiere que el

nivel de pesca  $F_{(0.1)}$  ofrece mayores garantías de mantener una reproducción sostenible.

Se propone el siguiente modelo:

$$CMS = PMS * A \text{ (km}^2\text{)},$$

para la estimación de la captura máxima sostenible (CMS) a partir de la productividad máxima sostenible (PMS) y el área de pesca calculada (A). Teniendo en cuenta que la PMS es de 35 kg/km<sup>2</sup>, estimada a partir de las productividades medias obtenidas en las zonas de pesca de Providencia y Santa Catalina (Cruz *et al.*, 2005), y asumiendo que el régimen ecológico no

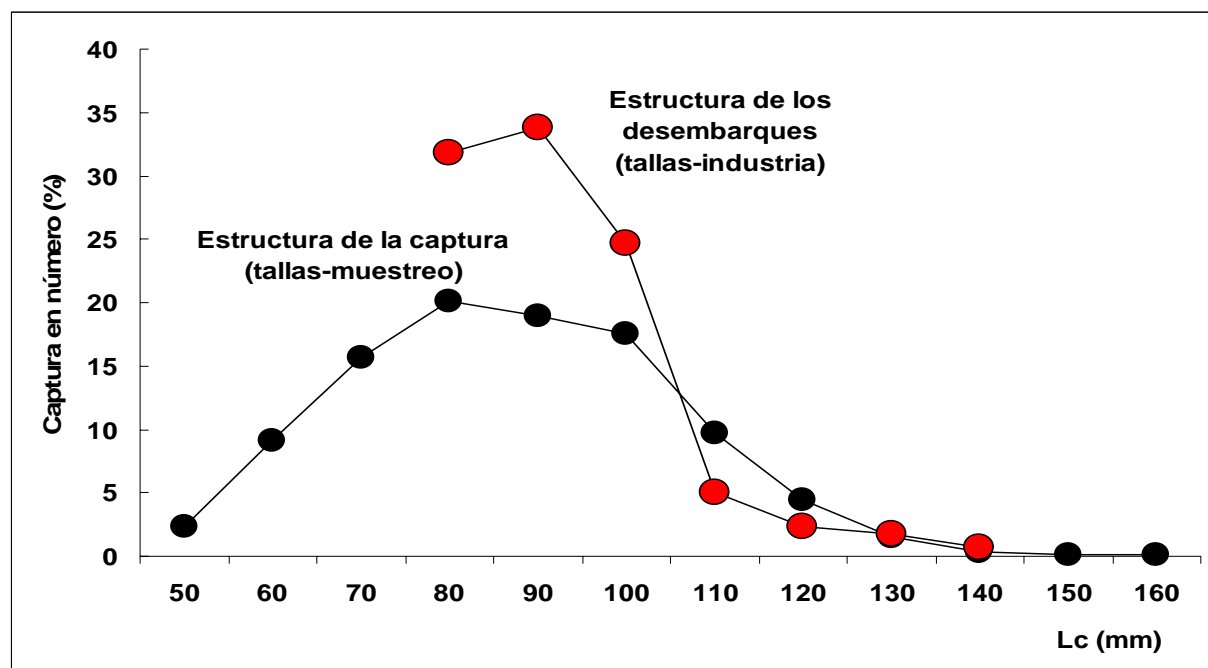


Fig. 3. Captura y desembarque en número (%) de langostas por clase de tallas. La estructura de la captura en número está basada en el muestreo de los ejemplares a bordo de los botes comerciales y la captura en número desembarcada fue obtenida a partir de los datos del procesamiento industrial por pesos y convertidos a tallas.

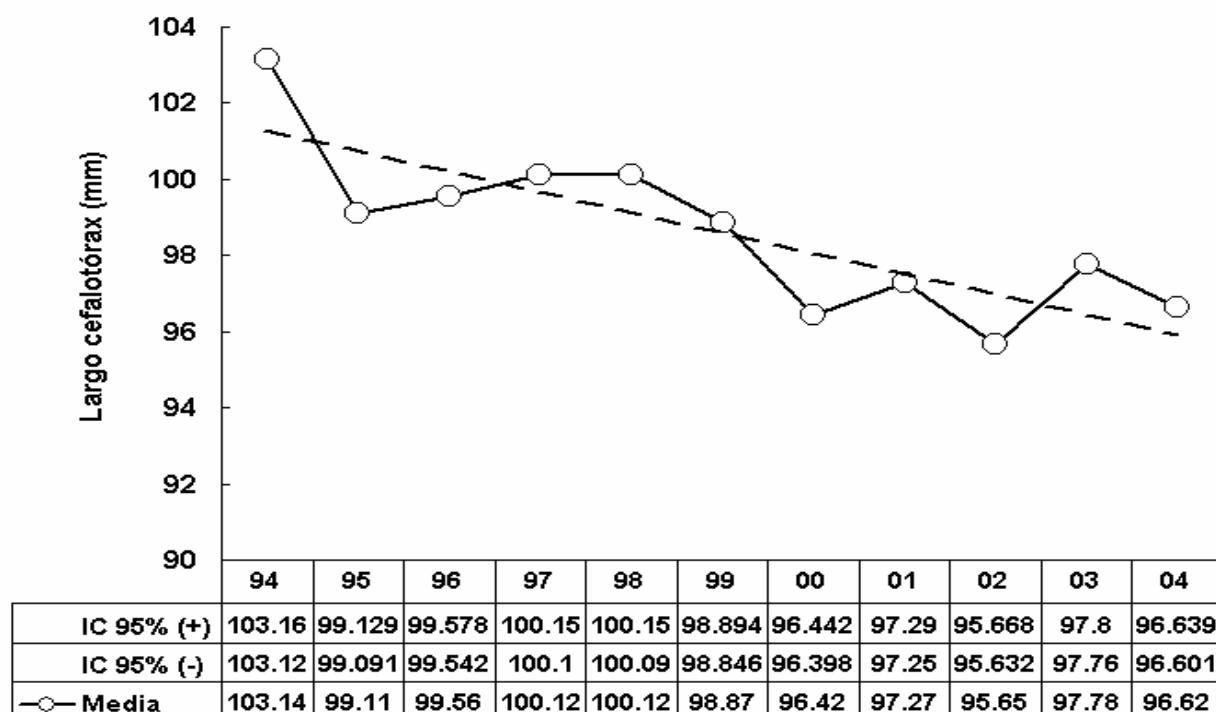


Fig. 4. Comportamiento de la talla promedio (largo del cefalotórax) de la langosta (*Panulirus argus*) en el archipiélago San Andrés y Providencia (1994-2004). En la tabla inferior se muestra el valor de la talla media con su intervalo de confianza (95%).

Tabla 1. Resultados del análisis de cohorte de Jones basado en las tallas de la langosta espinosa (*Panulirus argus*) en el archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina. (A) Desembarques promedios (2000-2004) en número por clases y grupo edad. (B) Se muestra la variación del número de langostas sobrevivientes (N) y la mortalidad por pesca (F) por intervalo de talla. Parámetros de entrada:  $M = 0.36$ ,  $L_{\infty} = 186$  mm,  $K = 0.239$ ,  $a = 0.002582$  y  $b = 2.74610$ .

Grupo Edad (años)	Edad relativa	Clases (mm)	Desembarque en número (2000-2004)	%	N	F	Captura (kg)	B (kg)
0	1,31	50-	22 930	11	1 882 491	0,097	3 928	40 626
	1,63	60-	103 421		1 774 184	0,205	24 877	121 387
	1,98	70-	177 094		1 489 093	0,399	63 283	158 602
1	2,35	80-	227 290	55	1 152 217	0,636	114 783	180 595
	2,77	90-	214 221		796 188	0,826	147 079	178 131
2	3,23	100-	198 204	34	488 566	1,242	179 376	144 449
	3,74	110-	109 187		232 902	1,349	127 003	94 152
3	4,34	120-	50 088		94 574	1,418	73 321	51 699
4	5,02	130-	17 604	34	31 773	1,311	31 860	24 304
5	5,85	140-	4 357		9 335	0,844	9 602	11 382
6	6,87	150-	1 318		3 118	0,589	3 491	5 925
7	8,23	160-	723		995	0,41	314	562
Total			1 126 437		7 955 435		778 918	1 011 813
R (reclutas)					$1.88 \times 10^6$			
F (media)						0.88		
F (50-79)						0.23		
F (80-99)						0.73		
F (100-139)						1.33		
F (140-169)						0.61		

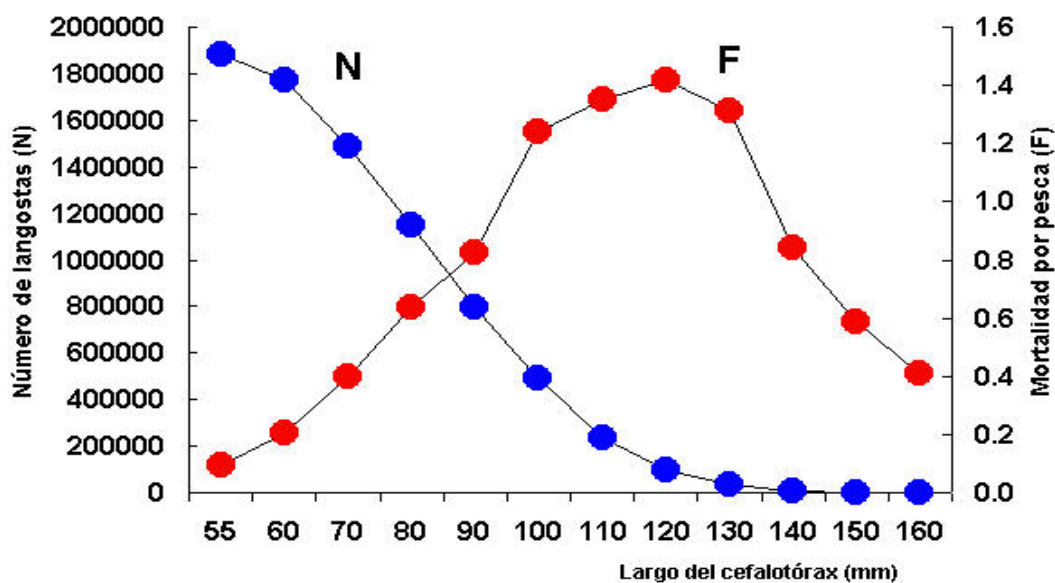


Fig. 5. Curva de extinción de N (número de langostas) y comportamiento de la mortalidad por pesca (F) obtenidas a partir del análisis de pseudocohorte (2000-2004) por tallas.



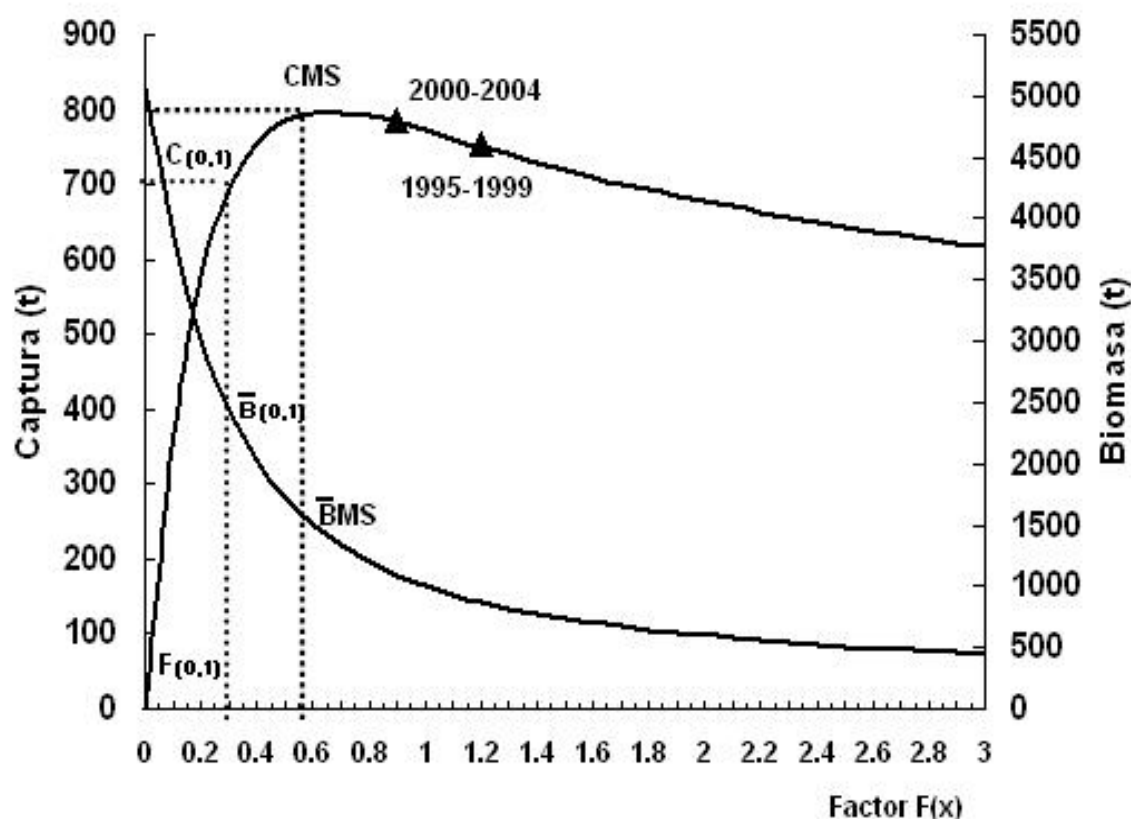


Fig. 6. Resultados del modelo de Thompson y Bell basado en la tallas de la langosta (*Panulirus argus*) en el archipiélago de Providencia y San Andrés. El triángulo oscuro representa el valor de la captura y  $F$  observada los periodos de pesca de 1995-1999 y 2000-2004. CMS: captura máxima sostenible, BMS: biomasa media máxima sostenible,  $F_{(0.1)}$ : punto límite de referencia biológica,  $C_{(0.1)}$  y  $B_{(0.1)}$  son los valores de captura (C) y biomasa media (B) correspondientes a  $F_{(0.1)}$ .

Tabla 2. Capturas máximas sostenibles (CMS) estimadas en la plataforma de Providencia y Santa Catalina y los cayos del sur, considerando una productividad máxima sostenible de 35 kg/km<sup>2</sup>.  $C_{(0.1)}$  es la captura correspondiente al punto de referencia biológico  $F_{(0.1)}$ .

Plataforma	Área (km <sup>2</sup> )	Número de botes (pronóstico)	CMS		C (0.1)	
			Langosta (t)	Cola (t)	Langosta (t)	Langosta cola (t)
Providencia y Santa Catalina	285.2	45	10	3	9	2.94
San Andrés	97.5		3.42	1.04	3.32	1.01
Bolívar	50.3	10	1.77	0.54	1.70	0.52
Alburquerque	63.8		2.24	0.68	2.17	0.66
Total	496.8	55	17.45	5.29	16.9	5.12

difiere sustancialmente en estas islas y los cayos del sur, se realizó un estimado de la captura máxima sostenible por zonas de pesca (Tabla 2).

Estas plataformas han sido escasamente estudiadas y no se poseen series de tiempo de captura y esfuerzo. En tal situación, las CMS calculadas por plataforma proveen una estimación se calculó un punto de referencia objetivo ( $F_{(0.1)}$ ); en este caso fue de 30 buzohora/km<sup>2</sup> y una productividad correspondiente de 34 kg/km<sup>2</sup> ( $P_{(0.1)}$ ). Entonces la  $C_{(0.1)}$  en las diferentes zonas de pesca se estimó por la siguiente ecuación:

$$C_{(0.1)} = P_{(0.1)} * A \text{ (km}^2\text{)}.$$

Teniendo en cuenta estos resultados, la captura pronosticada en la plataforma de Providencia y Santa Catalina se alcanzaría con un total de 55 botes (Tabla 2).

La  $C_{(0.1)}$  no es muy inferior a la CMS, aunque la diferencia entre ambos valores (entre 0.1 y 1 t) representa un número significativo de ejemplares (entre 80 y 787) que no serán capturados y que incrementará el potencial reproductor del área (talla media de 99.32 mm de Lc).

## DISCUSIÓN

### Variabilidad de las tallas

Se demostró que existe una disminución muy marcada de la talla media entre 1994 y el 2004 y esto es una consecuencia de la sobrepesca del reclutamiento originado principalmente por la elevada  $F$  que se ejerce en los individuos más viejos de la población y de mayor poder reproductor (Fig. 4). Gallo *et al.* (2001) reportó una disminución de la longitud promedio en el sector de Luna Verde, entonces se podría inferir que es un comportamiento generalizado para todo el archipiélago de SPS.

Como la mayor  $F$  se realiza sobre los individuos más viejos de la población (Fig. 5) es muy probable que la talla del stock desovador haya disminuido por encima del nivel que se necesita para mantener el reclutamiento a la pesquería. Los resultados obtenidos por Kanciruk y Herrnkind (1976) y Cruz (2000) en Florida (Bimini) y Cuba (Golfo de Batabanó), respectivamente, destacan que las poblaciones de langosta más explotadas en estos intervalos de tallas son muy susceptibles al colapso.

### Estado del stock y puntos de referencia biológicos para la gestión.

En el archipiélago de SPS la causa principal de las fluctuaciones de los desembarques de langosta está relacionada con la sobrepesca del crecimiento (aproximadamente 27% sublegales) y del reclutamiento (disminución de la talla media).

Los colapsos acontecidos en los años 1988, 1994, 1997, 2000 y 2004, probablemente se relacionan con la ocurrencia de efectos ambientales que no fueron analizados y el nivel de esfuerzo empleado, lo cual provoca cambios en la proporción de los animales disponibles que determinan el coeficiente de captura (intensidad de pesca, disponibilidad, accesibilidad y vulnerabilidad de la población) independiente de la magnitud del reclutamiento (Morgan, 1980 y Phillips, 1986).

Se propone como punto de referencia biológico (PRB) para la gestión y conservación del recurso langosta en el archipiélago de SPS una  $F_{(0.1)}$ , que corresponde a una captura de 705 t ( $C_{(0.1)}$ ), 214 t de cola, la cual correspondería a la captura total anual autorizada (TAC) con el fin de limitar indirectamente la mortalidad por pesca. La TAC deberá ser repartida como cuotas de capturas entre los diferentes permisionarios (alrededor de 20) que pescan y comercializan el recurso langosta. No es la mayor captura posible, pero es aceptable como punto objetivo de gestión. La  $B_{(0.1)}$  (2366 t) es mayor que la BMS (1503 t) y esto ofrece mayores garantías de mantener una reproducción aceptable y procura a largo plazo una explotación sostenible del stock. Barreto *et al.* (2005) recomendaron una cuota de captura superior (245 t cola, 808 t entera), utilizando la captura máxima sostenible como punto de referencia. Teniendo en cuenta los resultados del presente trabajo no se considera recomendable su aplicación por el nivel de sobrepesca que presenta el recurso.

Para la región central (Providencia) y los cayos del sur (San Andrés, Bolívar y Alburquerque) se propone el mismo PRB de  $F_{(0.1)}$  y la  $C_{(0.1)}$  es el TAC que se deberá planificar anualmente. La  $F_{(0.1)}$  corresponde a una captura total para esa región de 16.9 t (5.12 t cola), inferior a la CMS calculada (Tabla 2).

Como el número total de individuos que componen la población está reducido por una sobrepesca del reclutamiento y el crecimiento, lo más probable es que la capacidad de crecimiento en peso de la población sea insuficiente para compensar las

pérdidas ocasionadas por la pesca. De esta manera el reclutamiento queda como única alternativa para recuperar la población. La prohibición de pescar en las áreas de cría de juveniles, un control más estricto de la talla mínima legal, la prohibición de desembarcar la masa de langosta conocida como “cacho” y el establecimiento de una talla máxima de captura (hembras y machos) de 237 mm de Lct (141 mm de Lc) disminuiría la sobrepesca del reclutamiento y protegería las langostas de un mayor potencial reproductor.

Se concluye que el período de veda entre abril y junio protege el primer ciclo de desove, entre finales de la primavera y principios del verano, participando el segmento de la población constituido por hembras entre 70 y 119 mm de Lc (Cruz *et al.*, 2005). No obstante, teniendo en cuenta el estado de sobrepesca que presenta el recurso, se propone establecer un período de veda de 4 meses (junio-septiembre), con el objetivo de proteger los dos ciclos de desove y el período principal de reclutamiento, aunque esta medida debe ser conciliada con los que manejan el recurso en Nicaragua y Honduras.

## AGRADECIMIENTOS

Al Instituto Colombiano de Desarrollo Rural (INCODER). A la Sra. Lucy Álvarez, gerente principal de la empresa Antillana S.A. y al director Sr. Armando Basmagui, Empresa King Crab Sea Food, por sus contribuciones e informaciones sobre la producción pesquera de langosta. A los funcionarios de la Capitanía del Puerto de San Andrés, por la ayuda brindada en las estadísticas pesqueras (1996-1999). Al Lic. Leonardo Arango y Lic. Martha Manrique, por la ayuda técnica brindada sobre las operaciones pesqueras en las islas de Providencia y Santa Catalina. Al Lic. Erick Castro por su apoyo técnico sobre la superficie de los bancos de langosta.

## REFERENCIAS

Anónimo (2005): Programa de Ordenación, Manejo y Conservación de los Recursos Pesqueros en la Reserva de la Biosfera Seaflower (2005): *Estado actual y tendencias históricas de las pesquerías en el archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina*. Colciencias-Fundación Social, Universidad Nacional de Colombia, Sede San Andrés, Coralina, Gobernación del Depto. Secretaría de Agricultura y Pesca, SENA, Incoder y Armada Nacional, 183 pp.

Barreto, C., C.A. Borda, J.H. Medina y B Heins

(2005): Estimación de algunos parámetros poblacionales en la pesquería de la langosta espinosa *Panulirus argus* en el departamento archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina. *Taller Análisis de la Información Pesquera de Langosta espinosa Panulirus argus*, San Andrés Abril 18 a 23 de 2005, Informe Final, 14 pp.

Cadima, E. (2003): Manual de evaluación de recursos pesqueros. *FAO Documento Técnico de Pesca* No 393, 162 pp.

Caddy, J.F. y R. Mahon (1996): Puntos de referencia para la ordenación pesquera. *FAO Documento Técnico de Pesca* No 347, 109 pp.

Chiquillo, E. (2002): *Aspectos bio-ecológicos de la langosta espinosa (Panulirus argus en el archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, Caribe colombiano*. Coralina-INCO-DC. Informe final del proyecto “Manejo Apropiado de los Recursos Marinos y Resolución de Conflictos en Ecosistemas Insulares”. San Andrés isla. 41 pp.

Cruz, R. (2000): Variabilidad del Reclutamiento y Pronóstico de la Pesquería de Langosta (*Panulirus argus*, Latreille 1804) en Cuba. Cuba, *Tesis doctoral*, Página Web mantenida por La Biblioteca Virtual Miguel de Cervantes, Universidad de Alicante, España. Sitio: [www.cervantesvirtual.com](http://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., C.A. Borda, J. Medina, A. Ayala y D. Buitrago (2005): *Evaluación y Ordenación del Stock de Langosta (Panulirus argus) en el Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, Caribe Colombiano*. Informe Técnico, Incoder, 35 pp.

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. Invest. Pesq.* 5 (1): 89-119.

Díaz, J.M., L. Barrios, M. Cendales, J. Geister, F. Parra, J. Pinzón, B. Vargas, F. Zapata, G. Pulido, J. Garzón-Ferreira, J. A. Sánchez, y S. Zea (2000): Áreas coralinas de Colombia. INVEMAR. Santa Marta. *Serie Publicaciones Especiales* No 5, 175 pp.

Gallo, J., M. Rojas y F. Correa (2001): Aspectos de las pesquerías y de la biología de la langosta espinosa en la república de Colombia. In Report on

the FAO/ DANIDA/ CFRAMP/ WECAFC/ Regional Workshops on the Assessment of the Caribbean Spiny Lobster (*Panulirus argus*). *FAO Fisheries Report* 619, 184-196.

García, V. (1980): *Diagnóstico preliminar de la pesca artesanal del archipiélago de San Andrés y Providencia*. Instituto Nacional para el Desarrollo de los Recursos Naturales y del Ambiente INDERENA, Subgerencia de Pesca y Fauna Terrestre. San Andrés Islas. Documento Técnico, 20 pp.

Jones, R (1984): Assessing the effects of changes in exploitation pattern using length composition data (with notes on VPA Cohort analysis). *FAO Fish Tech. Pap.* (256), 118 pp.

Kanciruk, P. y W.F. Herrnkind (1976): Autummal reproduction in the spiny lobster, *P. argus*, at Bimini, Bahamas. *Bull. Mar. Sci.*, 26 (4):417:432

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.

Manjarrés, L. (ed.) (2004): *Estadísticas Pesqueras Artesanales de los Departamentos del Magdalena y la Guajira, con aplicación de herramientas informáticas para su sistematización y procesamiento*. UNIMAG-INCODER-INPA-COLCIENCIAS, Santa Marta. 71 p + CD-ROM.

Morgan, G.R. (1980): Population dynamic and management of the western rock lobster fishery. *Marine Policy*, 52-60.

Munro, J.L. (1983): Coral reef and fisheries of the Caribbean sea. In: *Caribbean coral reef fishery resources* (J.L. Munro, ed.) International Center for Living Aquatic Resource Management, Chapter 1, pp:1-9.

Polo, G.A. y J.I. Gallo (1997): *Desarrollo sostenible y económico de la langosta espinosa (Panulirus argus) industrial en el archipiélago de San Andrés y Providencia*. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura. Contribución económica para la investigación y el desarrollo en recursos pesqueros colombianos. Documento Técnico Interno 82 pp.

Phillips, B.F. (1986): Prediction of commercial catches of the western rock lobster *Panulirus cygnus* George. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 43: 2126-2130.

Prada, M.C. (2004): *Diagnóstico de la pesquería de langosta espinosa y caracol en el archipiélago de San Andrés y Providencia*. Informe Técnico, 13 pp.

Reynolds, R.W. y T.M. Smith (1994): Improved global sea surface temperature analysis using interpolation. *Journal of Climate* 7, pp: 929-48.

Sparre, P. y S.C. Venema (1995): Introducción a la evaluación de recursos pesqueros tropicales. Parte 1. Manual. *FAO Documento Técnico Pesca* No. 306. Rev. 1., 440 pp.

Thompson, W.F. and F.H. Bell (1934): Biological statistics of the Pacific halibut fishery, 2. Effect of changes in intensity upon total yield and yield per unit of gear. *Rep. Int. Fish. (Pacific Halibut) Comm.* (8), 49 pp.

Vallecia, J. (1990): *Producción Pesquera y Exportaciones*. Documento Técnico INDERENA.

Aceptado: 13 de agosto del 2006