

Evaluación para modificar la talla mínima legal de captura de la langosta *Panulirus argus* en Cuba

*Assessment to modify the minimum legal size of capture of the lobster *Panulirus argus* in Cuba*

RAFAEL PUGA-MILLÁN, OFELIA MORALES-FADRAGAS, ROMINA ALZUGARAY-MARTÍNEZ Y SUSANA COBAS-GÓMEZ

Centro de Investigaciones Pesqueras. Calle 246 entre 5ta. Avenida y Mar, Reparto Barlovento,
Municipio Playa, La Habana, Cuba, CP 19100, Teléfono: (53) 7-208-8638,
E-mail: rafael.puga@cip.alinet.cu, rpuga04@gmail.cu

RESUMEN ABSTRACT

La talla mínima legal de captura (TMLC) en la pesquería de langosta en Cuba es de 76 mm de largo del cefalotórax (LC) y data de 2007. Mediante métodos basados en la estructura de tallas de las capturas, se evaluó que con una TMLC de 82 mm LC en todas las regiones de pesca, se esperan incrementos a nivel nacional alrededor de 3, 9 y 11 % de captura, biomasa y potencial reproductor respectivamente, en relación con los valores promedio de estas variables durante el período 2017-2021. La disminución inmediata de la captura por aumentar la TMLC en 6 mm (de 76-82 mm LC), se debe recuperar dentro de la misma temporada de pesca, ya que el crecimiento por muda es de más de 6 mm LC y esta se produce con una frecuencia entre 3 y 4 veces durante el año. Se recomienda incrementar la talla mínima legal de captura en la pesquería de langosta en Cuba a 82 mm LC, la cual estará más acorde con la talla de primera madurez sexual, estimada alrededor de 95 mm LC para hembras en la región suroccidental.

Palabras clave: recursos pesqueros, modelos de tallas, biomasa, potencial reproductor, ordenación de pesquerías.

The minimum legal size of capture (MLSC) in the fishery for lobster in Cuba is 76 mm of cephalothorax length (CL) and dates from 2007. Using length-based models, it was evaluated that a MLSC of 82 mm CL in all fishing regions, will increase around 3, 9 and 11 % in catch, biomass and reproductive potential respectively, in relation to the average values of these variables during the 2017-2021 period. The immediate decrease in the catch due to increasing the MLSC by 6 mm (from 76 to 82 mm CL), must be recovered within the same fishing season, since the growth increment by molting is more than 6 mm CL and the molt frequency is between 3 and 4 times during the year. It is recommended to increase the minimum legal size of capture in the lobster fishery in Cuba to 82 mm CL, which will be more in line with the size at first maturity, estimated around 95 mm CL for females in the southwestern region.

Keywords: fishery resources, length-based models, biomass, reproductive potential, fisheries management.

Recibido: 7/9/22

Revisado: 9/9/22

Aceptado: 12/9/22

INTRODUCCIÓN

Por ser la langosta común del Caribe *Panulirus argus* el recurso pesquero más importante para Cuba, se ha desarrollado una extensa y sistemática labor de investigación sobre la

especie a lo largo del tiempo, produciendo una amplia variedad y cantidad de resultados sobre aspectos de biología, ecología, economía, pesquería y ordenación pesquera, tal como reseñan Puga & García (2022).

Estos estudios han posibilitado determinar los parámetros

del ciclo de vida necesarios para la preparación y aplicación de modelos de dinámica poblacional, y de evaluación del estado del recurso, todo lo cual constituye el basamento científico para la ordenación de la pesquería (Puga & García, 2022). Las modificaciones más recientes de algunas de las medidas regulatorias principales son: incremento de la talla mínima legal de captura (TMLC) desde 69 hasta 76 mm de largo del cefalotórax (LC) entre 2002 y 2007, implementación de cuotas de captura total permisible a partir de 2008 y extensión de la temporada de veda de 3 a 4,5 meses desde 2012.

Entre los componentes más importantes del ciclo de vida necesarios para modelar la dinámica poblacional y evaluar el efecto de la pesca, se encuentran los procesos de crecimiento y reproducción, que en Cuba han sido estudiados por Cruz & De León (1991) y De León (2005), entre otros autores. Estas investigaciones se han basado sobre las frecuencias de talla obtenidas por muestreos en áreas de distribución de la especie, permitiendo determinar parámetros de crecimiento, relaciones largo-edad por métodos de progresiones modales, así como índices de actividad reproductiva y talla de primera madurez sexual.

El crecimiento de la langosta, como en todo crustáceo, se caracteriza por ser un proceso discontinuo a nivel de individuo, realizado mediante la muda del exoesqueleto y determinado por dos componentes: el incremento en largo y la frecuencia de muda (Aiken, 1980). Por lo tanto, el objetivo del presente estudio fue realizar una evaluación sobre la talla mínima legal de captura de langosta en Cuba, teniendo en cuenta su crecimiento y madurez sexual.

Aumentar la TMLC en la pesquería tendrá el efecto de incrementar la biomasa y el potencial reproductor en la población, lo cual debe favorecer los reclutamientos subsiguientes. Además, el aumento de la TMLC hasta cierto nivel óptimo propiciará un incremento de la captura en peso, al permitir el crecimiento de los ejemplares beneficiados por la nueva medida. Valorar el impacto de modificar esta medida regulatoria en la pesquería de *P. argus*, ha sido una recomendación derivada de las evaluaciones de su estado (Puga *et al.*, 2021; Puga & García, 2022).

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron estadísticas de captura y de la estructura de tallas de las langostas en las plantas de procesamiento de las empresas pesqueras en el período 2017-2021, como representativas de la situación actual del recurso. Las mismas se compilaron por temporadas de pesca de julio año X a febrero año X+1, a partir de los reportes oficiales del Grupo Empresarial de la Industria Pesquera (GEIP). Las estadísticas fueron agrupadas por regiones de pesca para los análisis. Las regiones tradicionales son: suroccidental (zona B), que incluye las empresas de PESCAISLA, PESCAMAY y los establecimientos del sur de EPICOL; suroriental

(zona A), que contiene las empresas de EPISAN, EPISUR y EPIGRAN; norcentral (zona D), con EPICAL; y noroccidental (zona C), con Arroyos de Mantua que pertenece a EPICOL.

En la zona C no se dispone de datos de clasificación industrial. En este caso, los cálculos por cambios en la TMLC fueron realizados proporcionalmente a partir de los resultados de la zona B.

Las capturas en peso fueron convertidas a número de langostas por sexos agrupadas en intervalos de tallas de 5 mm LC, utilizando las estadísticas del procesamiento industrial y las relaciones entre el peso y el largo, siguiendo la metodología descrita por Puga (2005). Para el análisis, los machos fueron agrupados en clases de largo desde 50-55 mm y hasta mayores de 165 mm LC (24 intervalos) y las hembras entre 50-55 mm y mayores de 145 mm LC (20 intervalos).

Con el promedio 2017-2021 de la estructura de tallas de las capturas en número, se aplicó el análisis de cohortes basado en las tallas de Jones (1984). Este método permitió obtener estimados por tallas y totales de la tasa de mortalidad por pesca (F), el número de individuos del stock (N), la biomasa del stock (B) y el potencial reproductor (número de huevos producidos), para lo cual se utilizaron las relaciones morfométricas y los parámetros del ciclo de vida obtenidos por varios autores en estudios previos reseñados por Puga (2005).

A partir del vector de F por tallas resultante del análisis de cohortes, se determinaron curvas de selectividad/reclutamiento para cada sexo, mediante las proporciones de F a cada talla respecto al valor máximo de F entre todos los grupos de tallas, lo cual se conoce como patrón de explotación. Debido a la dispersión de los datos en forma acampanada, el patrón de explotación final fue modelado mediante la combinación de dos curvas logísticas, una ascendente del lado izquierdo y otra descendente del lado derecho, siguiendo la metodología de Sparre & Venema (1997).

En cada caso se calcularon los parámetros de selectividad y los largos de selección L50% y L75% del lado izquierdo y D50% y D75% del lado derecho, siendo estos los resultados específicos para la TMLC actual de 76 mm LC. Para proyectar los cambios en las variables de salida al variar la TMLC, se calcularon nuevos largos de selección de forma proporcional respecto a la TMLC actual y, en consecuencia, el patrón de explotación fue recalculado para cada nuevo juego de parámetros.

Las proyecciones para las variables de salida de captura, biomasa y potencial reproductor derivadas de cambios en la TMLC, fueron realizadas con el modelo predictivo de Thompson & Bell (1934). Para esto, se mantuvieron constantes como parámetros de entrada, los valores actuales de F máxima y de reclutamiento obtenidos con el análisis de cohortes, donde el reclutamiento es el número de langostas del stock en el grupo de talla menor, por tanto, las proyecciones correspon-

den a condiciones de equilibrio. Todos los cálculos se desarrollaron en Microsoft Excel.

RESULTADOS

Patrón de explotación

Los ajustes de las curvas logísticas a los valores obtenidos de selectividad/reclutamiento con el análisis de cohortes, fueron muy significativos para ambos sexos en las tres zonas de pesca (Figs. 1, 2 y 3). Aspectos comunes son la forma acampanada de los patrones y el desplazamiento hacia tallas mayores en los machos respecto a las hembras.

En la zona B (Fig. 1), el grupo de talla de machos que recibe la mayor F es 120-125 mm LC. Para las hembras, la F máxima se ejerce sobre el grupo 95-100 mm LC.

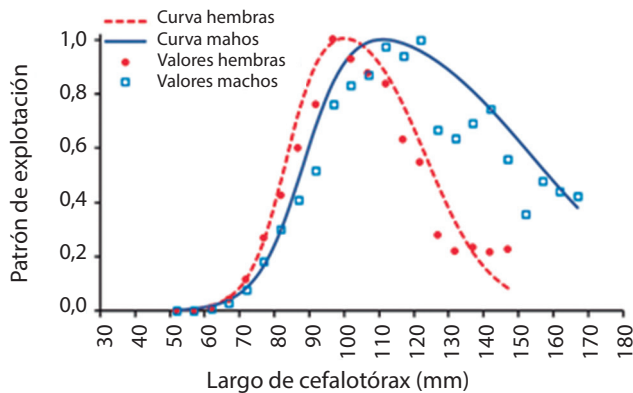


Fig. 1. Valores y curvas ajustadas del patrón de explotación por sexos de la langosta en la zona B. Hembras ($r^2 = 0,96$, $n = 20$). Machos ($r^2 = 0,95$, $n = 24$).

En la zona A (Fig. 2) el grupo de talla de machos que recibe la mayor F es 140-145 mm LC, o sea, langostas con largos superiores en comparación con la zona B. Para las hembras, la F máxima se ejerce sobre el grupo 95-100 mm LC, al igual que en la zona B.

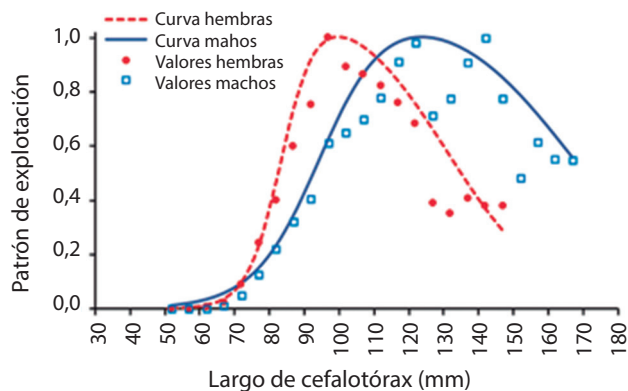


Fig. 2. Valores y curvas ajustadas del patrón de explotación por sexos de la langosta en la zona A. Hembras ($r^2 = 0,95$, $n = 20$). Machos ($r^2 = 0,94$, $n = 24$).

En la zona D (Fig. 3), el grupo de talla de machos que recibe la mayor F es 95-100 mm LC, langostas de menor tamaño en comparación con las zonas B y A. Para las hembras, la F máxima se ejerce sobre el grupo 95-100 mm LC, al igual que en las demás zonas.

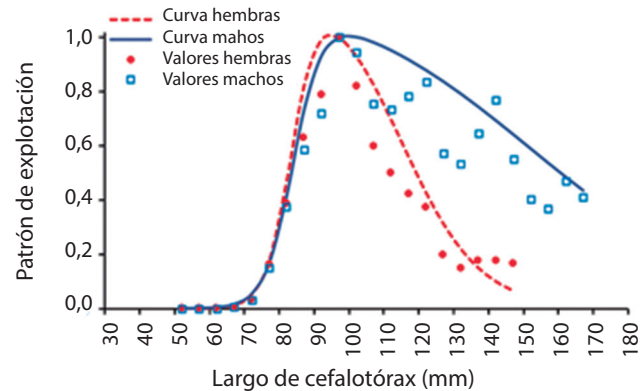


Fig. 3. Valores y curvas ajustadas del patrón de explotación por sexos de la langosta en la zona D. Hembras ($r^2 = 0,96$, $n = 20$). Machos ($r^2 = 0,93$, $n = 24$).

Proyecciones

Aumentar la TMLC implica favorecer la supervivencia y el crecimiento de cierto número de langostas, con el consiguiente beneficio directo para variables relacionadas con la abundancia y el tamaño, como la biomasa y el potencial reproductor. El aumento en peso por el crecimiento de las langostas sobrevivientes contribuye además con incrementos en la captura hasta cierto límite.

En la zona B (Fig. 4), la captura máxima se obtiene con una TMLC de 85 mm LC, la cual producirá una captura superior en 3,1 % respecto a la actual. El potencial reproductor resultante sería un 19,2 % mayor.

En la zona A (Fig. 5), la captura máxima se obtiene con una TMLC de 82 mm LC, la cual producirá una captura superior en 1,1 % respecto a la actual. El potencial reproductor resultante sería un 7,3 % mayor.

En la zona D (Fig. 6), la captura máxima se obtiene con una TMLC de 91 mm LC, la cual producirá una captura superior en 9,1 % respecto a la actual. El potencial reproductor resultante sería un 50,5 % mayor.

Teniendo en cuenta que el menor valor de TMLC para obtener la captura máxima fue de 82 mm LC en la zona A, a continuación se presentan las proyecciones estimadas con esta TMLC para todas las regiones de pesca (Tabla 1). En relación con los resultados actuales, los mayores aumentos en la captura y el potencial reproductor se obtendrían en la zona D, mientras que los incrementos de todas las variables serían los menores en la zona A.

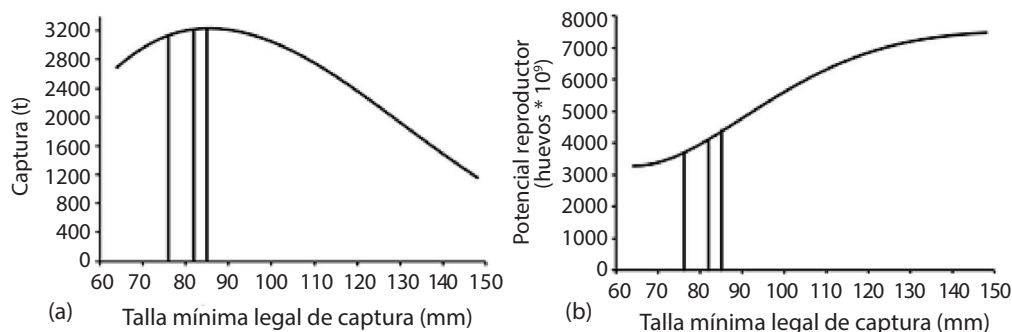


Fig. 4. Proyecciones en condiciones de equilibrio de la captura (a) y del potencial reproductor (b), como respuesta a cambios en la TMLC de langosta en la zona B. Las líneas verticales de izquierda a derecha corresponden a: 76 mm LC (TMLC actual), 82 mm LC y 85 mm LC (TMLC a la cual se obtiene la captura máxima).

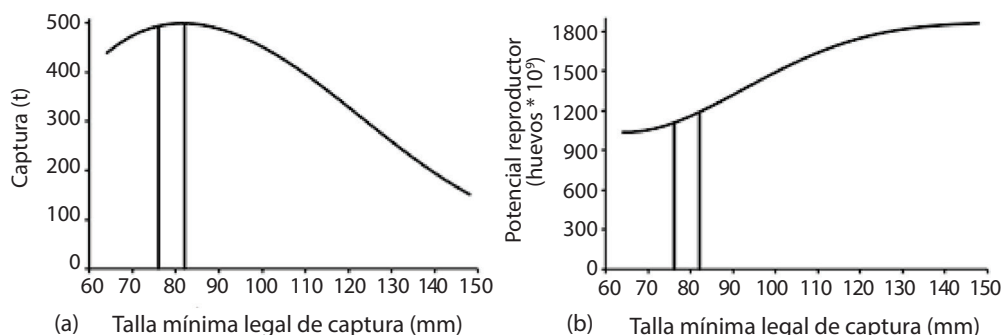


Fig. 5. Proyecciones en condiciones de equilibrio de la captura (a) y del potencial reproductor (b), como respuesta a cambios en la TMLC de langosta en la zona A. Las líneas verticales de izquierda a derecha corresponden a: 76 mm LC (TMLC actual) y 82 mm LC (TMLC a la cual se obtiene la captura máxima).

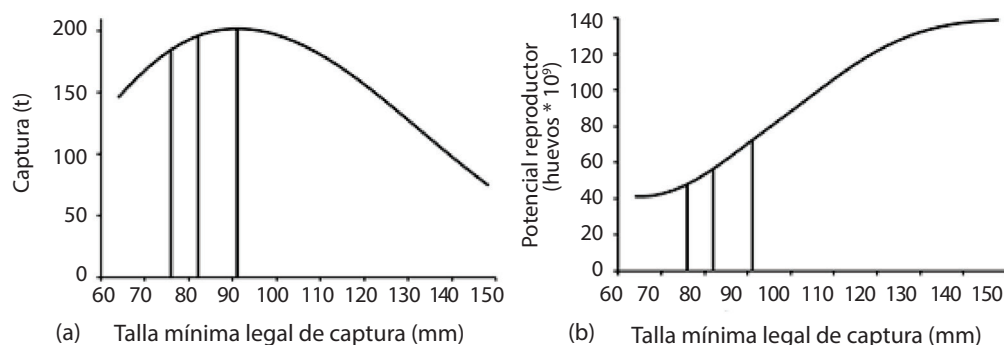


Fig. 6. Proyecciones en condiciones de equilibrio de la captura (a) y del potencial reproductor (b), como respuesta a cambios en la TMLC de langosta en la zona D. Las líneas verticales de izquierda a derecha corresponden a: 76 mm LC (TMLC actual), 82 mm LC y 91 mm LC (TMLC a la cual se obtiene la captura máxima).

Tabla 1. Proyecciones en condiciones de equilibrio de captura, biomasa y potencial reproductor de langosta por regiones de pesca, como resultado de cambiar la TMLC actual (76 mm LC) a 82 mm LC. (La zona C se estimó a partir de las proporciones con las capturas de la zona B)

Zona	TMLC (mm LC)	Captura (t)	Biomasa (t)	Potencial reproductor (huevos * 10 ⁹)
B	76	3 127	31 908	3 686
	82	3 213	34 863	4 116
	Incremento (%)	2,8	9,3	11,7

Tabla 1. Continuación

Zona	TMLC (mm LC)	Captura (t)	Biomasa (t)	Potencial reproductor (huevos *10 ⁹)
A	76	494	6 440	1 106
	82	499	6 896	1 186
	Incremento (%)	1,1	7,1	7,3
D	76	185	1 751	48
	82	196	1 910	56
	Incremento (%)	6,0	9,0	17,6
C	76	179	1 826	211
	82	184	1 996	236
	Incremento (%)	2,8	9,3	11,7
Nacional	76	3 985	41 925	5 051
	82	4 092	45 664	5 595
	Incremento (%)	2,7	8,9	10,8

Impacto a corto plazo

Como consecuencia de implementar una TMLC mayor que la actual, la captura disminuirá de forma inmediata, al dejar de capturar langostas que antes eran retenidas. En la tabla 2 se presentan estimados de la reducción esperada en las capturas durante los tres primeros meses del inicio de la tempora-

da de pesca (julio-septiembre), como resultado de aumentar la TMLC a 82 mm LC.

Este cambio en la TMLC tendría implicaciones sobre la clasificación en grupos de las langostas durante el procesamiento industrial (Tabla 3). Se estima que implementar la TMLC a 82 mm LC tendrá alcance parcial hasta los grupos 400/460 de langosta entera y 5/6 de cola de langosta.

Tabla 2. Impacto a corto plazo sobre las capturas de langosta por regiones, como resultado de cambiar la TMLC actual (76 mm LC) a 82 mm LC

Zona	Captura media julio-septiembre (t)	Disminución esperada de captura en julio-septiembre del primer año	
		(%)	(t)
B	1 710	6,4	109
A	287	4,4	13
D	93	7,6	7
C	109	6,4	7
Nacional	2 199	6,2	136

Tabla 3. Relación estimada entre el largo del cefalotórax (LC en mm) y los grupos de clasificación de langosta durante el procesamiento industrial

Grupo de industria	Langosta entera		Cola de langosta	
	LC (mm)	Grupo de industria	LC (mm)	Grupo de industria
180/250	59,4	Mínimo	55,3	Mínimo
	63,4	Medio	60,4	Medio
	66,9	Máximo	64,8	Máximo

250/300	67,0	Mínimo	3/4	65,6	Mínimo
	69,3	Medio		69,2	Medio
	71,5	Máximo		72,5	Máximo
300/350	71,6	Mínimo	4/5	73,2	Mínimo
	73,6	Medio		76,2	Medio
	75,6	Máximo		79,1	Máximo
350/400	75,7	Mínimo	5/6	79,7	Mínimo
	77,5	Medio		82,4	Medio
	79,3	Máximo		84,9	Máximo
400/460	79,4	Mínimo	6/7	85,5	Mínimo
	81,5	Medio		87,9	Medio
	83,4	Máximo		90,2	Máximo

DISCUSIÓN

Las diferencias entre los patrones de explotación por sexos se deben al bien conocido proceso del ciclo de vida mediante el cual los machos alcanzan tallas mayores que las hembras (Cruz *et al.*, 1981; De León, 2005). Las desigualdades entre zonas están dadas por sus características batimétricas, ya que como también se conoce, las langostas incrementan su edad y tamaño a medida que abandonan las áreas de cría someras y se trasladan hacia zonas más profundas como parte de su ciclo de vida (González *et al.*, 1991; Baisre, 2000).

Las áreas de pesca con menor profundidad y menores tallas de langosta se encuentran en la zona D (Palma *et al.*, 2010; Morales, 2014), mientras que las mayores profundidades y langostas con tallas superiores ocurren en la zona A (Alzugaray & Puga, 2010). Esto determina las diferencias entre los patrones de explotación por zonas e implica que, para lograr los mayores aumentos de captura en peso al

variar la TMLC, sería necesario incrementar esta medida regulatoria a un valor mayor en la zona D (91 mm LC) y en menor cuantía en la zona A (82 mm LC). Una evaluación anterior de la TMLC se remonta a 1991, cuando Cruz *et al.* (1991) habían recomendado aumentar esta medida de 69 a 77 mm LC, utilizando un modelo de rendimiento por recluta sin tener en cuenta el patrón de explotación por tallas.

Incrementar la TMLC en 6 mm LC respecto a la actual (de 76 a 82 mm LC), producirá una disminución inmediata pero transitoria de la captura. Este déficit pudiera estar circunscrito a los tres primeros meses del inicio de la temporada de pesca (julio-septiembre) y sería recuperado durante el resto de la campaña teniendo en cuenta que, según resultados de diversos autores (Tabla 4), las langostas incrementan su largo de cefalotórax en más de 6 mm en una muda y este proceso se realiza con una frecuencia entre 3 y 4 veces en el año como promedio.

Tabla 4. Incremento del largo del cefalotórax y frecuencia de muda de la langosta *P. argus*

Incremento en LC durante la muda (mm)	Frecuencia de muda (mudas/año)	Método	Localidad	Autor
6,5	4	Marcaje-Recaptura	Jamaica	Munro (1974)
6,6	4	Marcaje-Recaptura	Antigua y Barbuda	Peacock (1974)
6,1	4	Marcaje-Recaptura	EE. UU.	Hunt & Lyons (1986)
6,0	3	Modelación	México	Zetina-Moguel & Ríos-Lara (2001)
7,8	3	Laboratorio	EE. UU.	Matthews & Maxwell (2008)
6,7	4	Marcaje-Recaptura	EE. UU.	Ehrhardt (2008)

La TMLC en la pesquería de Cuba clasifica como la tercera más baja entre 20 países del área de distribución de la especie (Tabla 5). Una TMLC de 82 mm LC estaría más acorde con la talla de primera madurez, que para las hembras en la región suroccidental de Cuba se encuen-

tra alrededor de 95 mm LC (De León, 2005; Piñeiro *et al.*, 2011). En Jamaica, Haughton & King (1990) recomendaron cambiar la TMLC de 76,2 a 89 mm LC, ya que a partir de esa talla el 55 % de las hembras alcanzan la madurez sexual.

Tabla 5. Talla mínima legal de captura (TMLC, LC en mm) para las pesquerías de langosta *P. argus* en países del área

País	TMLC (LC en mm)	Autor
México	74,6	FAO (2003)
Brasil	75,0	FAO (2003)
Cuba	76,0	
EE. UU.	76,2	NOAA (2018)
Jamaica	76,2	FAO (2003)
Belice, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua, Panamá, República Dominicana	81,2 *	OSPESCA (2009)
Colombia	81,2 *	FAO (2003)
Bahamas	82,6	FAO (2003)
Islas Turcos y Caicos	83,0	FAO (2003)
Bermudas	92,0	FAO (2003)
Antillas Holandesas	95,0	FAO (2003)
Santa Lucía	95,0	FAO (2003)
Venezuela	120,0	FAO (2003)

*LC estimado a partir de 140 mm del largo de la cola, mediante relaciones morfométricas determinadas por autores de varios países (Arce & De León, 2001)

Una medida de ordenación importante para la pesquería de langosta roja (*Panulirus interruptus*) del Pacífico mexicano, ha sido mantener una TMLC de 82,5 mm LC, muy por encima del largo de primera madurez de 72,6 mm LC (Vega-Velázquez, 2003). Esta regulación, integrada a otras normativas, ha contribuido a mantener una estabilidad prolongada de las capturas y con que la pesquería haya obtenido la certificación de sustentabilidad bajo el estándar del Consejo de Administración Marina (MSC, por siglas en inglés) desde 2004 (Vega-Velázquez *et al.*, 2019).

CONCLUSIONES

Aumentar la TMLC actual de 76 mm LC en la pesquería de langosta de Cuba, propiciará incrementos de la biomasa y el

potencial reproductor, que pudieran estar entre 7-50 % en dependencia de la región de pesca.

El crecimiento de las langostas sobrevivientes favorecidas con un incremento de la TMLC, también producirá aumentos de la captura entre 1-9 % en dependencia de la región.

Con una TMLC de 82 mm LC en todas las regiones, se esperan incrementos a nivel nacional alrededor de 3, 9 y 11 % de captura, biomasa y potencial reproductor respectivamente, en relación con los valores promedio de estas variables durante el período 2017-2021.

La disminución inmediata de la captura por aumentar la TMLC en 6 mm (de 76 a 82 mm LC), se debe recuperar dentro de la misma temporada de pesca, ya que el crecimiento por muda es de más de 6 mm LC y esta se produce con una frecuencia entre 3 y 4 veces durante el año.

RECOMENDACIONES

Incrementar la TMLC en la pesquería de langosta en Cuba a 82 mm LC, la cual estará más acorde con la talla de primera madurez sexual, estimada alrededor de 95 mm LC para hembras en la región suroccidental.

Dotar al personal vinculado a la captura, traslado, recepción, inspección, etc., con dispositivos que permitan determinar si las langostas tienen el largo de cefalotórax reglamentado.

Divulgar los resultados de esta investigación entre todos los actores involucrados en la explotación de la langosta en Cuba.

REFERENCIAS

- Aiken, D. E. (1980). Molting and growth. In *The Biology and Management of Lobsters, Vol. I. Physiology and Behavior* (Ed. by J. S. Cobb and B. F. Phillips), pp. 91-147. Academic Press, N. York.
- Arce, A. M. & León, M. E. de (2001). Biology. In: Report on the FAO/DANIDA/CFRAMP/WECAFC Regional Workshop on the Assessment of the Caribbean Spiny Lobster (*Panulirus argus*). FAO Fish. Rep., 619, 17-25.
- Alzugaray, R. & Puga, R. (2010). Dinámica poblacional de la langosta *Panulirus argus* (Latreille, 1804) en la región suroriental de Cuba. *Rev. Cub. Inv. Pesq.*, 27(1), 1-6.
- Baisre, J. A. (2000). The Cuban spiny lobster fishery. In: B. F. Phillips, J. S. Cobb and J. Kittaka (Eds.), *Spiny Lobsters Fisheries and Culture*. Fishing News Books, London, pp. 135-154.
- Cruz, R., Coyula, R. & Ramírez, A. T. (1981). Crecimiento y mortalidad de la langosta espinosa (*Panulirus argus*) en la plataforma suroccidental de Cuba. *Rev. Cub. Inv. Pesq.*, 6(4), 89-119.
- Cruz, R. & León, M. E. de (1991). Dinámica reproductiva de la langosta (*Panulirus argus*) en el archipiélago cubano. *Rev. Invest. Mar.*, 12(1-3), 234-245.
- Cruz, R., Sotomayor, R., León, M. E. de & Puga, R. (1991). Impacto en el manejo de la pesquería de langosta en el archipiélago cubano. *Rev. Invest. Mar.*, 12(1-3), 246-253.
- León, M. E. de (2005). Variabilidad temporal de los parámetros poblacionales de la langosta espinosa del Caribe *Panulirus argus* (Latreille, 1804) en aguas de Cuba (87 pp.). Tesis de Doctorado. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, La Paz, B.C.S., México.
- Ehrhardt, N. M. (2008). Estimating growth of the Florida spiny lobster, *Panulirus argus*, from molt frequency and size increment data derived from tag and recapture experiments. *Fisheries Research*, 93, 332-337.
- FAO (2003). Informe del segundo taller sobre manejo de las pesquerías de la langosta espinosa del área de la COPACO. La Habana, Cuba, 30 de septiembre-4 de octubre de 2002. *FAO Informe de Pesca*, 715, 273 pp.
- González, G., Herrera, A., Díaz, E., Brito, R., Gotera, G. & Arrinda, C. (1991). Bioecología y conducta de la langosta (*Panulirus argus*, Latr.) en las zonas profundas del borde de la plataforma en la región suroccidental de Cuba. *Rev. Invest. Mar.*, 12(1-3), 140-53.
- Haughton, M. O. & King, D. P. F. (1990). Population biology of the spiny lobster (*Panulirus argus*) in Jamaican waters. *Proc. Gulf. Carib. Fish. Inst.*, 41, 528-542.
- Hunt, J. H. & Lyons, W. E. (1986). Factors affecting growth and maturation of spiny lobsters, *Panulirus argus*, in the Florida Keys. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 43, 2243-2247.
- Jones, R. (1984). Assessing the effects of changes in exploitation pattern using length composition data (with notes on VPA and cohort analysis). *FAO Fish. Tech. Pap.*, 256, 118 pp.
- Matthews, T. R. & Maxwell, K. E. (2008). Growth and mortality of captive Caribbean spiny lobsters, *Panulirus argus*, in Florida, USA. 58th Gulf and Caribbean Fisheries Institute, 358-366.
- Morales, O. (2014). Estrategia para la explotación sostenible de la langosta *Panulirus argus* en el Archipiélago Sabana-Camagüey, Cuba. Tesis presentada en opción al Título Académico de Máster en Biología Marina con Mención en Ecología Marina. Centro de Investigaciones Marinas. Universidad de La Habana.
- Munro, J. L. (1974). The biology, ecology, exploitation and management of Caribbean reef fishes: crustaceans (spiny lobsters and crabs). Res. Rep. Zool. Dept. Univer. West Indies (3) Part IV. 57 pp.
- NOAA (2018). Modifications to the spiny lobster gear requirements and Cooperative Management Procedures. Gulf of Mexico Fishery Management Council. Tab K, No. 5(b). 8/2/2018. 91 pp.
- OSPESCA (2009). Adenda al Reglamento OSP-02-09 para el Ordenamiento Regional de la Pesquería de la Langosta del Caribe (*Panulirus argus*). Unidad Regional de Pesca y Acuicultura SICA/OSPESCA, 28 pp.
- Palma, J. P., Betanzos, A., Puga, R. & Alzugaray, R. (2010). Dispositivos de escape en nasas langosteras, una alternativa ecológicamente responsable en la protección de recursos marinos. Memorias del Evento CONyMA 2010. ISBN 978-959-300-008-6.
- Peacock, N. A. (1974). A study of the spiny lobster fishery of Antigua and Barbuda. *Proc. Gulf. Carib. Fish. Inst.*, 26, 117-130.
- Piñeiro, O., León, M. E. de & Oquendo, O. (2011). Desarrollo de las setas ovígeras como estimador de madurez sexual de *Panulirus argus* en Cuba. *Rev. Cub. Inv. Pesq.*, 28(1)58-63.

- Puga, R. (2005). Modelación bioeconómica y análisis de riesgo de la pesquería de langosta espinosa *Panulirus argus* (Latreille, 1804) en el golfo de Batabanó, Cuba. Tesis presentada en opción al grado académico de Doctor en Ciencias. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, La Paz, México, 97 pp., https://www.researchgate.net/profile/Puga_Rafael
- Puga, R. & García, E. (2022). Evaluación, ordenamiento y gestión de pesquerías en Cuba. Documento Técnico del Centro de Investigaciones Pesqueras (CIP), Cuba, 48 pp., https://www.researchgate.net/profile/Puga_Rafael
- Puga, R., Morales, O., Cobas, S. & Alzugaray, R. (2021). Implicaciones de factores climáticos y antrópicos para la evaluación y el ordenamiento de la langosta *Panulirus argus* en el golfo de Batabanó, Cuba. *Rev. Cub. Inv. Pesq.*, 38(2), 63-71.
- Sparre, P. & Venema, S. C. (1997). Introduction to tropical fish stock assessment. Part 1. Manual. FAO Fisheries Technical Paper. No. 306.1, Rev. 2, Rome, 459 pp.
- Thompson, W. F. & Bell, F. H. (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.
- Vega-Velázquez, A. (2003). Reproductive strategies of the spiny lobster *Panulirus interruptus* related to the marine environmental variability off central Baja California, Mexico: management implications. In: *Life Histories, Assessment and Management of Crustacean Fisheries* (O. Tully, J. Freire & J. Addison, Eds.), *Fisheries Research*, 65, 123-135.
- Vega-Velázquez, A., Vega-Bolaños, A. & Jiménez-Llanos, G. A. (2019). Adendum de informe técnico 2018. Revisión y actualización de la evaluación de la pesquería de langosta roja (*Panulirus interruptus*) en la región centro occidental de la península de baja california. Informe de investigación, CRIAP-La Paz/INAPESCA, 30 pp.
- Zetina-Moguel, C. E. & Ríos-Lara, G. V. (2001). Modelos de crecimiento de langosta (*Panulirus argus*) y un método para calcular la edad. *Ciencia Pesquera*, 14, 57-61.