

**Implicaciones de factores climáticos y antrópicos  
para la evaluación y el ordenamiento de la langosta  
*Panulirus argus* en el golfo de Batabanó, Cuba**

***Implications of climatic and anthropic factors  
for the assessment and management of the lobster  
*Panulirus argus* in the gulf of Batabano, Cuba***

RAFAEL PUGA-MILLÁN, OFELIA MORALES-FRADAGAS, SUSANA COBAS-GÓMEZ Y ROMINA ALZUGARAY-MATÍNEZ

Centro de Investigaciones Pesqueras. Calle 246 entre 5ta. Avenida y Mar, Reparto Barlovento, Municipio Playa, La Habana, Cuba, CP 19100, Teléfono: (53) 72088638, E-mail: rpuga04@gmail.cu

**RESUMEN    ABSTRACT**

En el golfo de Batabanó se obtiene el 79 % de la captura de langosta en Cuba, razón por la que este trabajo tuvo como objetivo evaluar el estado del recurso en la región, teniendo en cuenta la influencia de factores climáticos y antrópicos. Se empleó un modelo de evaluación basado en la estructura de edades, incluyendo la capacidad de almacenamiento de agua de los embalses y el Índice de Disipación de Energía de los ciclones en el ajuste de la relación stock-reclutamiento. El reclutamiento desciende desde 44,4 millones de langostas en 1983 a 33,0 millones en 1990 alcanzando valores actuales de 23,1 millones. A pesar de la disminución de la mortalidad por pesca a valores de  $F_{80\%CMS}$ , la biomasa y la captura se encuentran desde 2005 por debajo de los niveles esperados para un escenario ambiental desfavorable. Los efectos del represamiento de los ríos, agravado por la sinergia con el incremento de la actividad ciclónica, dificultan la recuperación del recurso. De mantenerse el nivel de reclutamiento actual, se espera una disminución de la producción por debajo de 2 750 t. En la etapa actual, 80%CMS para el escenario desfavorable es adecuado como PR precautorio para una captura total permisible.

Palabras clave: recursos pesqueros, reclutamiento, puntos de referencia, pronóstico de capturas.

In the Gulf of Batabanó, 79 % of the lobster catch in Cuba is obtained, which is why this work aimed to evaluate the state of the resource in the region, taking into account the influence of climatic and anthropic factors. An assessment model based on the age structure was used, including the water storage capacity of the reservoirs and the Energy Dissipation Index of the cyclones in the adjustment of the stock-recruitment relationship. Recruitment decreased from 44,4 million lobsters in 1983 to 33,0 million in 1990, reaching current values of 23,1 million. Despite the decrease in fishing mortality at values of  $F_{80\%CMS}$ , since 2005 biomass and catch have been below the levels expected for an unfavorable environmental scenario. The effects of the damming of rivers, aggravated by the synergy with the increase in cyclonic activity, make it difficult to recover the resource. If the current level of recruitment is maintained, a decrease in production below 2 750 t is expected. At the current stage, 80%MSY for the unfavorable scenario is adequate as a precautionary RP for a total allowable catch.

Keywords: fishery resources, recruitment, reference points, catch forecast.

## INTRODUCCIÓN

El sistema de ordenación de la pesquería de langosta *Panulirus argus* en Cuba se ha venido perfeccionando con el aumento gradual de la talla mínima legal de captura desde 69 hasta 76 mm de largo cefalotórax (LC) entre 2002 y 2007. A partir de 2008 se implementaron cuotas de captura total permisible (TAC, por siglas en inglés) como medida para evitar capturas excesivas sin que ocurran incrementos en la abundancia, y la temporada de veda se extendió de 3 meses (marzo-mayo) a 4,5 meses (15 de febrero a 30 de junio) desde 2012. Otras medidas vigentes son: talla máxima legal de captura para hembras de 140 mm LC, prohibición de pescar en áreas de cría principales, prohibición de capturar hembras con actividad reproductiva visible, derechos de uso territorial de pesca (TURF, por siglas en inglés), acceso limitado del número de embarcaciones y artes de pesca.

La tendencia descendente y la alta variabilidad interanual de las capturas a nivel nacional fueron atenuadas a partir de 2006, manteniéndose con un promedio de 4 308 t entre 2014 y 2018. En la temporada 2019-2020, la producción disminuyó en un 22 % (Fig. 1).

Por ser esta especie el recurso pesquero de mayor valor comercial de Cuba ha sido objeto de numerosos y sistemáticos estudios (Puga & García, 2021). Entre las evaluaciones más recientes se pueden citar a Puga *et al.* (2010, 2013), Morales (2014), Pintueles *et al.* (2016) y Alzugaray *et al.* (2018).

El golfo de Batabanó, ubicado en la región suroccidental de Cuba (Fig. 2), aporta el 79 % de la captura nacional de langosta. Este trabajo tuvo como objetivo evaluar el estado actual del recurso en esta importante región y cuantificar Puntos de Referencia (PR) útiles para la ordenación pesquera, teniendo en cuenta la influencia de factores climáticos y antrópicos.

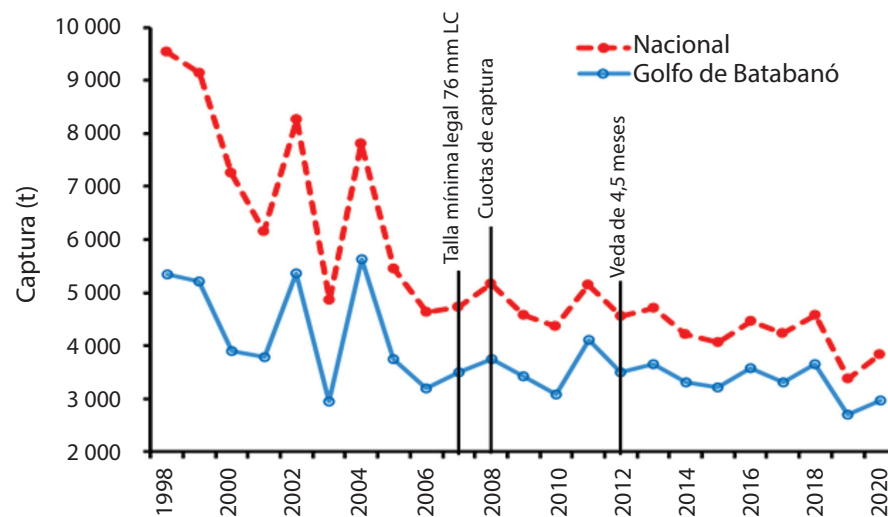


Fig. 1. Capturas de langosta por temporadas de pesca a nivel nacional y en el golfo de Batabanó y medidas principales de ordenación pesquera.

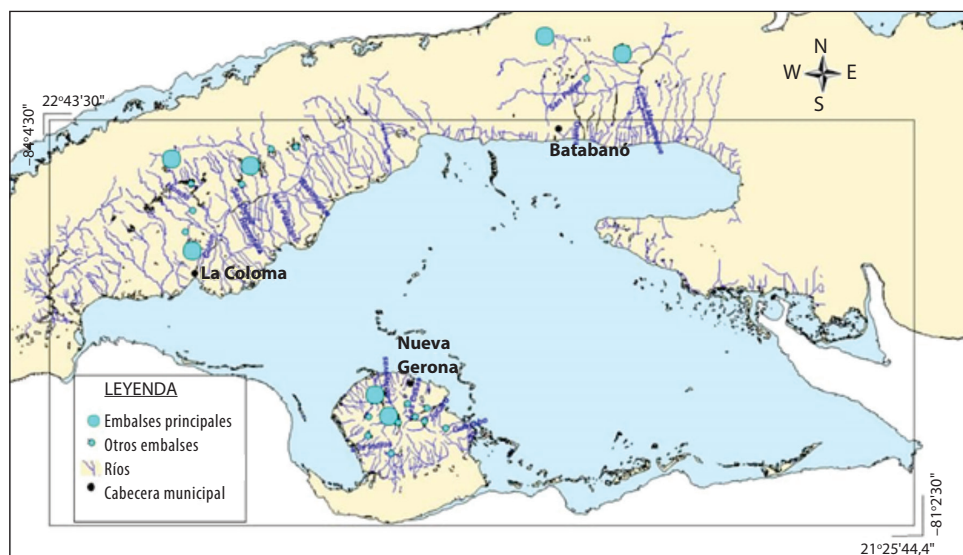


Fig. 2. Ubicación del golfo de Batabanó mostrando, ríos, embalses y localidades de empresas pesqueras.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Las cifras de captura, de esfuerzo pesquero (días de pesca) y la estructura de tallas de las langostas en las plantas de procesamiento de las empresas pesqueras, se compilaron por temporadas de mayo año X a febrero año X+1, a partir de las estadísticas oficiales del Grupo Empresarial de la Industria Alimentaria (GEIA). Las estadísticas corresponden a las empresas EPICOL en La Coloma, EPIMAY en Batabanó y PESCAISLA en Nueva Gerona (Fig. 2) y se unificaron para analizar la pesquería en el Golfo como región.

Para evaluar el estado del recurso, se empleó un modelo de análisis secuencial de poblaciones basado en la estructura de edades del número de langostas capturadas, conocido como Análisis Estadístico de Captura a la Edad (SCAA por siglas en inglés), implementado en hojas de cálculo de Excel por Haddon (2001). Con este modelo se puede estimar una relación stock-reclutamiento (S-R) con la influencia de factores ambientales y antrópicos integrada en el proceso interno de ajuste del modelo (Maunder & Watters, 2003). Se utilizó una relación S-R tipo Beverton & Holt con el reclutamiento como el número de langostas con un año de edad y como stock al potencial reproductor (número de huevos), ambos estimados por el modelo SCAA.

Como factores que pueden incidir negativamente sobre el reclutamiento, se incluyeron en la relación S-R las series anuales de capacidad de almacenamiento de agua en los embalses y del Índice de Disipación de Energía de los ciclones (PDI por sus siglas en inglés), calculado según metodología de Emanuel (2005). El reclutamiento correspondiente al año X se relacionó con el stock reproductor, la capacidad de embalse y el PDI en el año X-1.

Descripciones detalladas sobre la aplicación de esta metodología pueden ser consultadas en Puga *et al.* (2010; 2013), Alzugaray & Puga (2012), Puga & Alzugaray (2013), Morales (2014), Alzugaray *et al.* (2018), Puga & García (2021). Como resultado, se obtuvieron series anuales de biomasa del stock, tasa de mortalidad por pesca (F), potencial reproductor y reclutamiento de langostas con un año de edad, para el período 1957-2020.

Los valores de capacidad de los embalses fueron obtenidos del Grupo Empresarial de Aprovechamiento Hidráulico (GEAH) del Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (<http://www.hidro.cu/>) y la información sobre los ciclones fue extraída de la base de datos en Internet (<http://weather.nisys.com/hurricane/atlantic/index.php>).

Se estimaron como Puntos de Referencia:

La Captura Máxima Sostenible (CMS), la tasa de mortalidad por pesca asociada a la CMS ( $F_{CMS}$ ) y la biomasa asociada a la CMS ( $B_{CMS}$ ). La CMS representa la captura máxima que como promedio se puede obtener de for-

ma sostenible a largo plazo bajo las condiciones predominantes del ambiente y de la pesquería.

El Rendimiento Suficientemente Bueno (Hillborn, 2010): Es el punto donde se obtiene el 80 % de la CMS con su tasa de mortalidad por pesca y su biomasa asociadas ( $F_{80\%CMS}$ ;  $B_{80\%CMS}$ ).

Teniendo en cuenta la influencia del represamiento y de los ciclones sobre el reclutamiento a la pesquería, se definieron tres escenarios ambientales en la determinación de los PR:

Favorable: Sin represamiento y con el valor mínimo de PDI.

Desfavorable: Niveles actuales de represamiento y con el índice máximo de PDI.

Medio: Niveles intermedios de represamiento y de PDI.

Los puntos de referencia (PR) se representaron en las curvas de equilibrio teóricas de biomasa y captura para valores determinados de la tasa de mortalidad por pesca con los tres escenarios ambientales. Además, se realizaron predicciones a corto plazo de la captura (2021-2025) a partir del tamaño de la población en 2020 y asumiendo una tasa de mortalidad por pesca igual al promedio 2018-2020. En cuanto al reclutamiento (R) a la pesquería, se tuvieron en cuenta cuatro escenarios posibles: R Med (promedio 2018-2020), 90 % de R Med, 110 % de R Med y 120 % de R Med.

## RESULTADOS

La captura en el golfo de Batabanó se mantuvo relativamente estable entre 2006 y 2018 con una media anual de 3 482 t y un coeficiente de variación de 8 %, para descender en 23 % y 15 % en las dos últimas temporadas (2019-2020 y 2020-2021) respectivamente, con promedio de 2 830 t. El esfuerzo pesquero, con tendencia descendente desde 1996, representa en la actualidad el 40 % del realizado entre 1995 y 1999.

### Evaluación del estado del recurso

A partir de 1983 el reclutamiento descendió de 44,4 millones, se mantuvo desde 1990 por debajo del promedio general de 33,0 millones y llegó a valores mínimos actuales (23,1 millones). Esta secuencia permite ubicar en tiempo, de forma cualitativa y aproximada, tres escenarios ambientales (Fig. 3). Favorable, antes de 1980 con niveles bajos de PDI y embalses, lo cual se correspondió con reclutamientos altos. Medio, entre 1980 y 2000 con incremento ocasional y no tan marcado del PDI, valores medios de embalse con tendencia creciente y comienzo de la disminución del reclutamiento. Desfavorable, a partir de 2001, cuando ambos factores alcanzan valores máximos muy superiores a los anteriores, lo cual coincide con reclutamientos en niveles mínimos históricos.

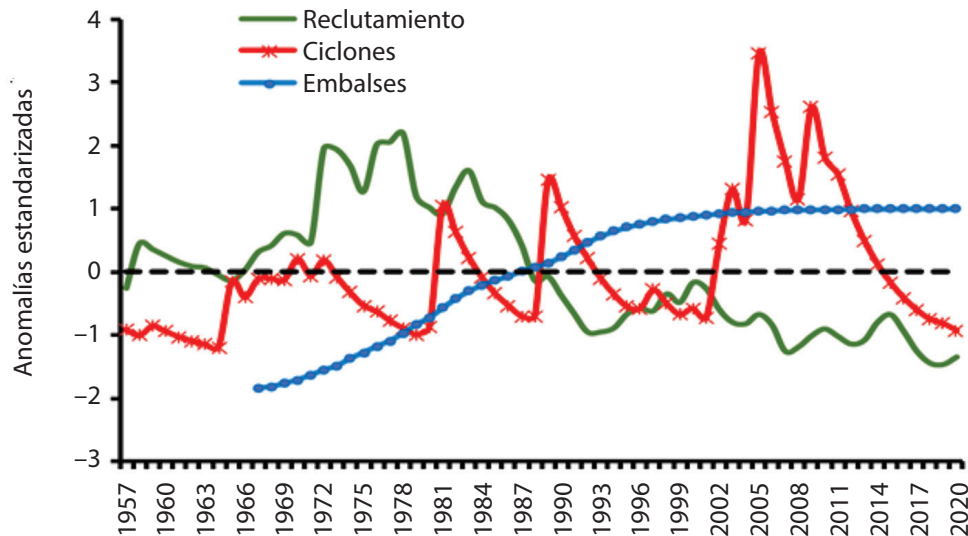


Fig. 3. Variabilidad relativa respecto al promedio de los índices de reclutamiento en el año X (langostas con un año de edad en la población), del Índice de Disipación de Energía de los ciclones (PDI) y de la capacidad de almacenamiento de agua en los embalses, ambos en el año X - 1. La línea horizontal discontinua representa el promedio de cada serie.

La relación observada entre la captura y la tasa de mortalidad por pesca (Fig. 4) muestra que a mediados de los años ochenta se obtuvieron las mayores capturas, debido a la combinación de mortalidades elevadas durante condiciones entre favorables y medias. Posteriormente, la trayectoria de la pesquería fue transitando con una alta variabilidad durante

1998-2005, hacia resultados esperados para condiciones ambientales entre medias y desfavorables. Después de 1998, la  $F$  disminuyó por debajo de  $F_{CMS}$  para ubicarse definitivamente desde 2007 alrededor del valor precautorio  $F_{80\%CMS}$  como consecuencia del perfeccionamiento de las medidas de ordenación y de la reducción del esfuerzo pesquero.

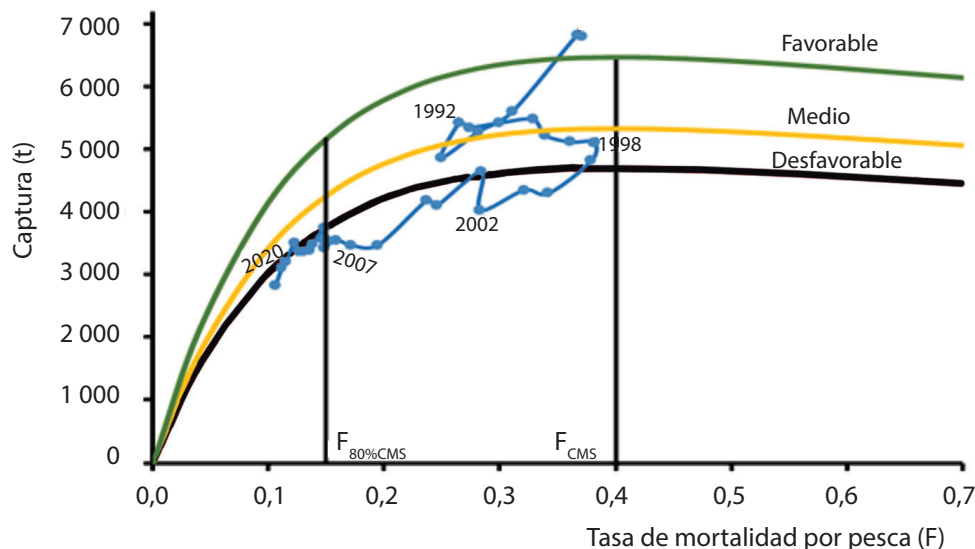


Fig. 4. Curvas de equilibrio teórica de captura en función de la tasa de mortalidad por pesca ( $F$ ) con tres escenarios ambientales. Se representan la trayectoria observada entre 1987 y 2020 y los Puntos de Referencia  $F_{CMS}$  y  $F_{80\%CMS}$ .

Aunque la  $F$  ha disminuido y en la actualidad (2018-2020) representa el 30 % de la ejercida entre 1995 y 1999, las capturas se mantienen desde 2005 en el nivel teórico correspondiente al escenario Desfavorable, en consonancia con las condiciones ambientales actuales.

Desde entonces, el promedio de captura ha sido 3 417 t, por debajo del PR 80%CMS para escenario Desfavorable que es de 3 755 t.

La biomasa fluctuó a mediados de los ochenta entre los niveles teóricos para los escenarios Favorable y Medio, para

ubicarse posteriormente, en el entorno de condiciones medias a desfavorables durante 1998-2004 (Fig. 5). Hasta 2001 la biomasa fue inferior a la sostenible ( $B_{CMS}$ ) del escenario Medio y hasta 2006 del escenario Favorable. Desde 2005

se produjo una tendencia al incremento de la biomasa de 19 300 t a 26 300 t, vinculada a la disminución de  $F$ , sin sobrepasar los valores esperados en la curva de equilibrio del escenario Desfavorable.

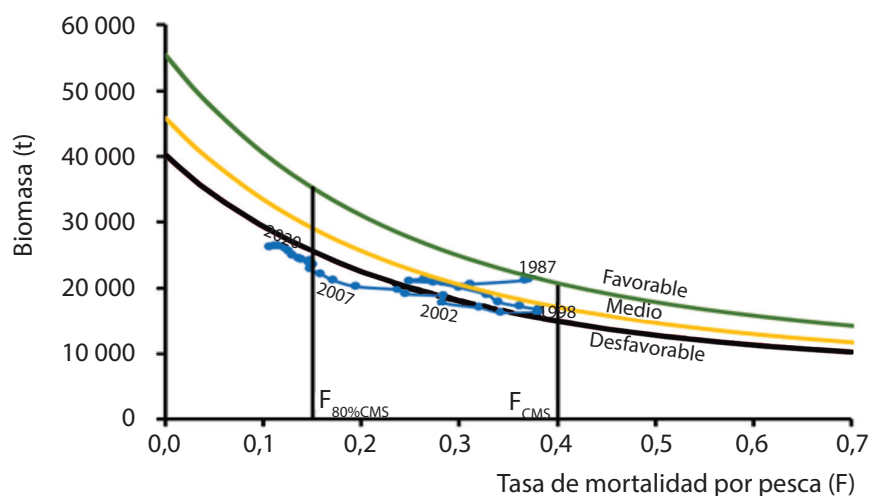


Fig. 5. Curvas de equilibrio teórica de biomasa en función de la tasa de mortalidad por pesca ( $F$ ) con tres escenarios ambientales. Se representan la trayectoria observada entre 1987 y 2020, y los Puntos de Referencia  $F_{CMS}$  y  $F_{80\%CMS}$ .

### Proyecciones a corto plazo

Si se mantiene el nivel presente de explotación y el reclutamiento no se incrementa por encima de 20 % respecto al actual (promedio 2018-2020), la captura a corto plazo pudiera ser inferior a la obtenida en la temporada 2020-2021, cuando se alcanzaron 2 969 t (Fig. 6).

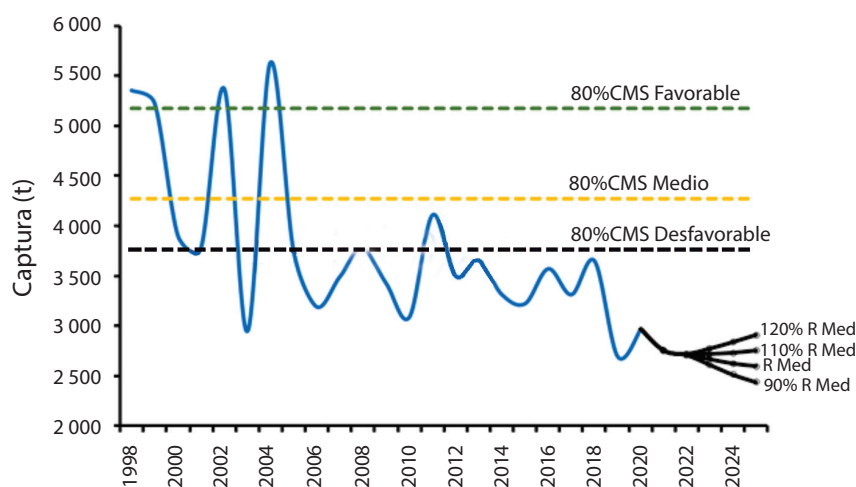


Fig. 6. Trayectoria de la captura (1998-2020) y proyecciones 2021-2025 con la tasa de mortalidad por pesca actual ( $F$  promedio 2018-2020) y cuatro escenarios posibles de reclutamiento ( $R_{Med}$  = promedio 2018-2020). Las líneas horizontales discontinuas representan el Punto de Referencia 80%CMS con tres escenarios ambientales.

### DISCUSIÓN

A pesar del perfeccionamiento en la ordenación de la pesquería, de las disminuciones del esfuerzo pesquero y de la tasa de mortalidad por pesca, la biomasa se mantiene des-

de 2005 por debajo de la curva de valores esperados para el escenario Desfavorable. Esto sugiere la influencia negativa de otros factores no incluidos en el modelo, en adición a los efectos adversos del represamiento y del incremento en la actividad ciclónica.

El impacto de otros componentes sobre el éxito del reclutamiento para la langosta en Cuba ha sido analizado previamente por Puga *et al.* (2010; 2013) mediante relaciones S-R tipo Ricker y Beverton y Holt respectivamente y por Alzugaray *et al.* (2018) con una relación S-R tipo Ricker, bajo la fundamentación de alteraciones al aporte de nutrientes y al hábitat en zonas de cría. En todos los casos, los modelos de evaluación con componentes ambientales mostraron ajustes significativamente superiores en relación con las versiones simples de estos.

La implicación del represamiento en la disminución de los aportes hídricos y de nutrientes a la zona costera de Cuba y su efecto negativo sobre los recursos pesqueros, fue documentado por Baisre & Arbolea (2006). En el golfo de Batabanó, Piñeiro *et al.* (2006) estimaron que el escurrimiento de agua de los ríos se redujo hasta un 80 % debido al incremento en la capacidad de almacenamiento por los embalses desde 43,2 hasta 1 119,6 hm<sup>3</sup> entre los años 1966 y 2000, causando incrementos en la salinidad y mermas en los nutrientes y la vegetación submarina de la zona litoral. Esta actividad necesaria para el país ha involucrado a numerosos ríos que tributan al Golfo (Fig. 2).

Posteriormente, Betanzos-Vega *et al.* (2019) encontraron un incremento de la salinidad promedio y una ampliación en la distribución de valores hipersalinos a todo el golfo. Este resultado confirma los efectos irreversibles del represamiento debido al carácter acumulativo de este factor estresante.

En cuanto a la actividad ciclónica, está documentado que los huracanes ocasionan cambios en la dinámica sedimentaria, biota arrecifal, pastos marinos y manglares (todos hábitats de la langosta), los cuales pueden o no recuperarse de acuerdo con la severidad, duración y frecuencia de aparición de estos eventos (Salazar-Vallejo, 2002). Además, el efecto también puede ser muy desfavorable para el asentamiento en las zonas costeras de las postlarvas de langosta provenientes del océano, ya que, como demostró Pérez-Santos (2011), la estructura hidrológica de las aguas al sur del golfo de Batabanó puede alterarse significativamente y demorar un mes en restablecerse debido al paso de un huracán de alta intensidad.

Al cuantificar los eventos con categoría de huracán que han transitado por aguas interiores del golfo y zonas oceánicas adyacentes, se obtuvieron índices de frecuencia con valores crecientes para los períodos identificados anteriormente como escenarios diferentes. Los valores de 0,200 huracanes por año entre 1956 y 2000, y 0,474 entre 2001 y 2019, ilustran apropiadamente el aumento de la frecuencia y el incremento del PDI en su serie histórica a valores muy elevados y sostenidos a partir de 2001.

Martínez-Daranas *et al.* (2018) patentizaron cambios actuales en los pastos marinos respecto a los años ochenta en

áreas de cría fundamentales de langosta, atribuidos a un deterioro paulatino por el incremento en la frecuencia e intensidad de los huracanes en el golfo. Encontraron reducciones en la riqueza de especies y abundancia de macroalgas, en la distribución y abundancia de los pastos en general y de *Laurencia intricata* en particular, especie importante para el éxito del reclutamiento de los juveniles algales de langosta, debido a su función como refugio para estos y para los invertebrados que les sirven de alimento.

Respecto al megazoobentos y al potencial alimentario de *P. argus* en esta región, Lopeztegui-Castillo & Martínez-Coello (2020) demostraron disminuciones graduales respecto a los años ochenta de 73 % en la densidad del megazoobentos y de 55,6 % en la disponibilidad del alimento para la especie, con repercusiones negativas para su condición nutricional. También atribuyen estos cambios al deterioro de las condiciones bióticas y abióticas inicialmente en áreas próximas a la costa y generalizado posteriormente a todo el Golfo.

Este detrimento temporal y espacial en condiciones ecológicas del golfo confirman el tránsito de escenarios desde condiciones favorables a desfavorables desde los años ochenta. Con esto se ratifican las conclusiones anteriores de Puga *et al.* (2010) sobre un "cuello de botella" en la trama trófica, en el éxito del reclutamiento y su repercusión sobre la biomasa y las capturas de langosta, debido a la sinergia entre factores con efectos acumulativos e irreversibles.

Las relaciones ecológicas entre estas causas y sus efectos son complejas, múltiples, no lineales, indirectas, actúan en sinergia y producen efectos acumulativos a largo plazo difíciles de revertir (Duarte *et al.*, 2009). El perfeccionamiento de las medidas de ordenación no ha logrado restituir la abundancia y las capturas de langosta en el golfo de Batabanó, aunque al menos ha conseguido cierta estabilidad.

En el grado de agotamiento de un recurso pesquero, no solo actúa el nivel de explotación, también son determinantes otros factores ambientales y antrópicos. Independientemente del efecto combinado y en sinergia del represamiento y de la actividad ciclónica, por supuesto que estos no son los únicos factores que inciden sobre la biomasa y el reclutamiento de la langosta.

Un claro ejemplo del impacto de otros factores ambientales se encuentra en la ordenada pesquería de *P. cygnus* de Australia, donde el reclutamiento ha sufrido disminuciones por las variaciones en los vientos, la corriente de Leeuwin y el aumento de la temperatura superficial del mar (De Lestang *et al.*, 2012; Penn *et al.*, 2015). En consecuencia, el esfuerzo se redujo en 72 % y la captura promedio anual decreció de 11 500 t a principios de los años 2000 a menos de 5 500 t desde 2008. En 2010, la cuota de esfuerzo pesquero se cambió por una cuota conservadora de captura permisible, para

minimizar los riesgos de agotar el stock (Caputi *et al.*, 2015; Penn *et al.*, 2015).

Sin embargo, todavía no hay recuperación total de esta especie y otros invertebrados bentónicos, debido a la influencia negativa del aumento de la temperatura sobre el hábitat de vegetación submarina y del reclutamiento (Caputi *et al.*, 2019). Aunque en el presente trabajo no se incluye la temperatura, es conocido su incremento en Cuba con récords históricos durante 2019 y 2020 según Peláez (2020; 2021) y en aguas del golfo de Batabanó (Betanzos-Vega *et al.*, 2019). La influencia probable de la temperatura sobre los cambios al hábitat y al reclutamiento de langosta en el golfo de Batabanó, deberían ser objeto de investigaciones futuras.

La zona norcentral de Cuba ha sido objeto de numerosos estudios por su desarrollo en el sector turístico y el posible impacto en la disminución significativa de las capturas de langosta y de otros recursos pesqueros. Además del represamiento y los ciclones, se constató la influencia de los pedraplenes que conectan cayos y fragmentan el hábitat natural de la langosta y otras especies (Puga *et al.*, 2010; Morales, 2014; Cobas *et al.*, 2015; Valle *et al.*, 2015).

Por otro lado, ha quedado demostrado que, al incluir la pesca ilegal en las evaluaciones de la langosta en Cuba, se obtienen Puntos de Referencia más conservadores y se incrementan los valores estimados de la tasa de mortalidad por pesca (Alzugaray *et al.*, 2018). La pesca ilegal e indiscriminada le resta efectividad a medidas regulatorias importantes para la protección de la reproducción y el reclutamiento, como la veda y la talla mínima legal de captura.

La talla mínima legal de captura actual de 76 mm de largo del cefalotórax (LC) debería ser reconsiderada, ya que la talla de primera maduración para las hembras se encuentra alrededor de 95 mm LC (De León, 2005; Piñeiro *et al.*, 2011). En Belice, Tewfik *et al.* (2020) concluyeron que la pesquería de langosta se encuentra bajo efectos de la sobrepesca por incrementos del esfuerzo y por mantener una talla mínima legal de 76 mm LC, a pesar de que el largo de primera maduración es de 98 mm para machos y de 86 mm para hembras. Los análisis indicaron que incrementar la talla mínima legal produciría aumentos en la tasa potencial de desove y en la captura para la temporada de pesca siguiente.

Otra amenaza la constituye el virus letal (PaV1) que afecta fundamentalmente a juveniles y puede causar mortalidad de 100 % entre los 30 y 80 días posteriores a la infección (Behringer *et al.*, 2001). Este virus fue encontrado en 2003 por Cruz Quintana *et al.* (2011) en áreas de cría y zonas de pesca del golfo de Batabanó con prevalencia promedio de 4,48 %, pero muy superior en juveniles (41,66 %).

La presencia de este virus también fue reportada por Moss *et al.* (2013) en Puerto Rico, EE. UU., México, República Dominicana, Belice, Bermuda, Honduras, Panamá y Bahamas.

En varios de estos países (Belice, Bahamas, México) se considera que las pesquerías están plenamente explotadas al igual que Cuba (FAO, 2014), mientras que en otros se desconoce su estado (EE. UU., Honduras, Panamá, República Dominicana).

Debido a la influencia negativa de factores ambientales y antrópicos, es que la CMS debe ser considerada como un PR Límite al que no se debe llegar para evitar los riesgos de sobrepesca. Las desventajas de la ordenación basada en este punto se manifestaron en tan solo un par de décadas, cuando quedó claro que originaba pesquerías no sostenibles y económicamente deficientes (Larkin, 1977). Según Hillborn (2007), los objetivos de ordenación de pesquerías que una vez fueron tradicionales, como maximizar la captura, causan la explotación excesiva de los recursos pesqueros.

Debido a que la CMS depende de las condiciones predominantes del ambiente (NOAA, 2014), es que este PR y el 80%CMS cuantificados en este trabajo, resultan diferentes para cada escenario. En la etapa actual, 80%CMS para el escenario desfavorable es adecuado como PR precautorio para una cuota de captura total permisible de 3 800 t, con el objetivo de evitar la obtención de capturas excesivas por factores ajenos a la abundancia que favorezcan la capturabilidad.

## CONCLUSIONES

La biomasa y la captura de langosta se encuentran desde 2005 por debajo de los niveles correspondientes con un escenario ambiental desfavorable, debido a la interacción de la explotación pesquera con factores antrópicos y ambientales.

Los efectos acumulativos e irreversibles del represamiento dificultan la recuperación de la abundancia a pesar del perfeccionamiento de las medidas de ordenación pesquera, lo cual se agrava por la sinergia con el incremento de la actividad ciclónica. Otros factores como el ascenso de la temperatura pueden influir sobre esta situación, por lo que deben ser incluidos en investigaciones futuras.

El reclutamiento actual de 23,1 millones de langostas con un año de edad en la población es muy bajo, y de mantenerse así, se pudiera esperar una tendencia descendente de la producción para el período 2021-2025, con capturas inferiores a 2 750 t.

La cuantificación de Puntos de Referencia basados en la Captura Máxima Sostenible depende de las condiciones imperantes. En las condiciones actuales, 80%CMS para el escenario desfavorable es adecuado como PR precautorio para una cuota de captura total permisible.

El incremento de la talla mínima legal de captura debe ser evaluado como opción para la ordenación de la pesquería.

## REFERENCIAS

- Alzugaray, R. & Puga, R. (2012). Comparación entre dos modelos estructurados por edades, aplicados a la pesquería de langosta, *Panulirus argus* (Latreille, 1804), en la región suroriental de Cuba. *Rev. Mar. Cost.*, 4, 131-143.
- Alzugaray, R., Puga, R., Piñero, R., León, M. E. de, Cobas, L. S. & Morales, O. (2018). The Caribbean spiny lobster (*Panulirus argus*) fishery in Cuba: current status, illegal fishing, and environmental variability. *Bull. Mar. Sci.*, 94(2), 000-000, <https://doi.org/10.5343/bms.2016.1126>
- Baisre, J. A. & Arboleya, Z. (2006). Going against the flow: Effects of river damming in Cuban fisheries. *Fisheries Research*, 81, 283-292.
- Behringer, D. C., Butler, M. J. & Shields, J. D. (2001). The first viral disease reported in lobsters. *Lobster Newsl*, 14, 1-3.
- Betanzos-Vega, A, Capetillo-Piñar, N., Lopeztegui-Castillo, A., Garcés-Rodríguez, Y. & Tripp-Quezada, A. (2019). Parámetros meteorológicos, represamiento fluvial y huracanes. Variaciones en la hidrología del golfo de Batabanó, Cuba. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 54(3), 308-318. DOI: 10.22370/rbmo.2019.54.3.2024.
- Caputi, N., Lestang, S. de, Reid, C., Hesp, A. & How, J. (2015). Maximum economic yield of the western rock lobster fishery of Western Australia after moving from effort to quota control. *Marine Policy*, 51, 452-464.
- Caputi, N., Kangas, M., Chandrapavan, A., Hart, A., Feng, M., Marin, M. & Lestang, S. de (2019). Factors affecting the recovery of invertebrate stocks from the 2011 Western Australian extreme marine heatwave. *Frontiers in Marine Science*, 6(484), 1-18. DOI: 10.3389/fmars.2019.00484.
- Cobas, S., Morales, O., Puga, R., Piñero, R. & León, M. E. de (2015). Factores estresantes al hábitat de la langosta espinosa en la zona norcentral de Cuba. *Rev. Cub. Inv. Pesq.*, 32(1), 48-54.
- Cruz-Quintana, Y., Rodríguez-Canul, R. & Vidal-Martínez, V. M. (2011). First evidence of *Panulirus argus* Virus 1 (PaV1) in spiny lobster from Cuba and clinical estimation of its prevalence. *Dis. Aquat. Org.*, 93, 141-147. Doi: 10.3354/dao02279.
- Duarte, C. M., Conle, D. J., Carstensen, J. & Sánchez-Camacho, M. (2009). Return to Neverland: shifting baselines affect eutrophication restoration targets. *Estuaries and Coasts*, 32, 29-36.
- Emanuel, K. (2005). Increasing destructiveness of tropical cyclones over the past 30 years. *Nature*, 436, 686-688, <https://doi.org/10.1038/nature03906>
- FAO (2014). Primera reunión del grupo de trabajo de OSPESCA/COPACO/CRFM/CFMC sobre la langosta espinosa del Caribe. Ciudad de Panamá, Panamá, 21-23 de octubre de 2014.
- Haddon, M. (2001). *Modelling and Quantitative Methods in Fisheries*. Florida: Chapman & Hall/CRC.
- Hillborn, R. (2007). Defining success in fisheries and conflicts in objectives. *Marine Policy*, 31, 153-58. Doi: 10.1016/j.marpol.2006.05.014.
- Hillborn, R. (2010). Pretty good yield and exploited fisheries. *Marine Policy*, 34, 193-196.
- Larkin, P. A. (1977). An epitaph for the concept of Maximum Sustainable Yield. *Transactions of the American Fisheries Society*, 106, 1-11. Doi: 10.1577/1548-8659.
- 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, B.C.S., La Paz, México.
- Lestang, S. de, Caputi, N., How, J., Melville-Smith, R., Thomson, A. & Stephenson, P. (2012). Stock Assessment for the West Coast Rock Lobster Fishery. *Fisheries Research Report*, No. 217. Department of Fisheries, Western Australia, 200 pp.
- Lopeztegui-Castillo, A. & Martínez-Coello, D. (2020). 35 años de cambio en densidad y biomasa del megazoobentos del golfo de Batabanó, Cuba, e implicaciones para la langosta *Panulirus argus* (Decapoda: Palinuridae). *Rev. Biol. Trop.*, 68(4), 1346-1356.
- Martínez-Daranas, B., Betanzos-Vega, A., Lopeztegui-Castillo, A. & Capetillo-Piñar, N. (2018). Características del hábitat en la zona de cría de la langosta espinosa *Panulirus argus* al este de la Isla de la Juventud, Cuba (2010-2011). *Revista de Investigaciones Marinas*, 38(1), 13-32.
- Maunder, M. N. & Watters, G. M. (2003). A general framework for integrating environmental time series into stock assessment models: model description, simulation testing, and example. *Fish. Bull.*, 101, 89-99.
- 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.
- Moss, J. et al. (2013). Distribution, prevalence, and genetic analysis of *Panulirus argus* virus I from the Caribbean Sea. *Diseases of Aquatic Organisms*, 104, 129-140.
- NOAA (2014). Status of stocks 2013. Annual report to congress on the status of U.S. fisheries. [www.nmfs.noaa.gov/sfa/fisheries\\_eco/status\\_of\\_fisheries](http://www.nmfs.noaa.gov/sfa/fisheries_eco/status_of_fisheries)
- Peláez, O. (2020). 2019 tuvo 33 récords de temperatura máxima absoluta y es el año con más alta temperatura media anual de Cuba desde 1951. *Granma*, Órgano Oficial del Comité Central del Partido Comunista de Cuba, 9 de enero de 2020.



- Peláez, O. (2021). 2020, el año más cálido en Cuba desde 1951. *Granma*, Órgano Oficial del Comité Central del Partido Comunista de Cuba, 11 de enero de 2021.
- Penn, J. W., Caputi, N. & Lestang, S. de (2015). A review of lobster fishery management: the Western Australian fishery for *Panulirus cygnus*, a case study in the development and implementation of input and output-based management systems. *ICES Journal of Marine Science*, 72(1), 22-34. Doi:10.1093/icesjms/fsv057.
- Pérez-Santos, I. (2011). Variabilidad espacio-temporal del viento superficial en la Cuenca de Yucatán, Mar Caribe y sus implicaciones dinámicas: observaciones y modelos numéricos. Tesis Doctoral, Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas, Universidad de Concepción, Concepción, 157 pp.
- Pintueles, J. F., Alzugaray, R., Puga, R. & Morales, O. (2016). Evaluación de la pesquería de langosta *Panulirus argus* (Decapoda: Palinuridae) en la plataforma noroccidental de Cuba. *Rev. Cub. Inv. Pesq.*, 33(1), 24-29.
- Piñeiro, R., Puga, R. & González-Sansón, G. (2006). Bases para el manejo integrado del recurso langosta (*Panulirus argus*) en la zona costera sur de Pinar del Río. I. Factores ambientales. *Revista de Investigaciones Marinas*, 27(3), 245-251.
- 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., Piñeiro, R., Cobas, L. S., León, M. E. de, Capetillo, N. & Alzugaray, R. (2010). La pesquería de la langosta espinosa, conectividad y cambio climático en Cuba. En: A. Hernández-Zanuy y P. M. Alcolado (Eds.), *La biodiversidad en ecosistemas marinos y costeros del litoral de Iberoamérica y el cambio climático: I. Memorias del Primer Taller de la Red CYTED BIODIVMAR*. La Habana: Instituto de Oceanología. ISBN: 978-959-018-1,112-131. <http://www.oceandocs.net/handle/1834/3908>
- Puga, R. & Alzugaray, R. (2013). Cuota de captura máxima permisible, una medida para el manejo sostenible del recurso langosta en Cuba. *Rev. Cub. Inv. Pesq.*, 30(1), 9-11.
- Puga, R., Piñeiro, R., Alzugaray, R., Cobas, L. S., León, M. E. de & Morales, O. (2013). Integrating anthropogenic and climatic factors in the assessment of the Caribbean spiny lobster (*Panulirus argus*) in Cuba: implications for fishery management. *Int. J. Mar. Sci.*, 3(6), 36-45. <http://dx.doi.org/10.5376/ijms.2013.03.0006>
- Puga, R. & García, E. (2021). Evaluación de los recursos pesqueros para la ordenación de pesquerías en Cuba. Documento Técnico. Centro de Investigaciones Pesqueras, La Habana, Cuba, 34 pp., [https://www.researchgate.net/profile/Puga\\_Rafael](https://www.researchgate.net/profile/Puga_Rafael). Doi: 10.13140/RG.2.2.11337.88168.
- Salazar-Vallejo, S. (2002). Huracanes y biodiversidad costera tropical. *Revista de Biología Tropical*, 50(2), 415-428.
- Tewfik, A., Babcock, E. & Phillips, M. (2020). Spiny lobster fisheries status across time and a mosaic of spatial management regimes. *ICES Journal of Marine Science*. Doi: 10.1093/icesjms/fsaa008.
- Valle, S., Puga, R. & Cobas, L. S. (2015). Disminución de las pesquerías por afectación de la biodiversidad en los ecosistemas marinos. En: L. Menéndez Carrera, M. Arellano Acosta y P. M. Alcolado (Eds.), *¿Tendremos desarrollo sin conservación de la biodiversidad? Experiencias del Proyecto Sabana-Camagüey en paisajes productivos*. La Habana: Editorial AMA, 2015, pp. 164-173.