

**EI CICLO LUNAR Y LAS CAPTURAS DE LANGOSTA *PANULIRUS ARGUS* (DECAPODA: PALINURIDAE) EN LA ZONA DE CAIBARIÉN, CUBA**

ALEXANDER LOPEZTEGUI CASTILLO, NORBERTO CAPETILLO PIÑAR  
Y JULIO A. BAISRE ÁLVAREZ

*Centro de Investigaciones Pesqueras (CIP)*  
*5ta Avenida y 248, Santa Fé, Playa, Ciudad de La Habana, Cuba.*  
*Correo electrónico: sasha@cip.telemar.cu, noberto@cip.telemar.cu,*  
*baisre@mip.telemar.cu*

*Resumen.* El incremento del esfuerzo pesquero en aquellos períodos lunares en que las langostas son más vulnerables a las artes de pesca, ha sido una estrategia eficiente para aumentar la rentabilidad de las pesquerías. En la presente investigación se determinó la relación entre el ciclo lunar y las capturas de langosta *Panulirus argus* en la zona de Caibarién, Cuba. La información acerca del ciclo lunar se organizó tanto por fases (Luna Nueva, Cuarto Creciente, Luna Llena y Cuarto Menguante) como asumiendo una distribución continua de los días de este ciclo. Los análisis se realizaron en el período 2002-2004, durante seis meses lunares cada año (junio-noviembre). Se utilizó la captura diaria por barco (CDB) como medida del volumen diario de captura. La CDB por fase lunar se comparó mediante la prueba de Kruskal-Wallis, y se aplicó además la técnica de correlaciones cruzadas. No se detectaron diferencias significativas entre la CDB por fase lunar. El análisis de correlación cruzada permitió detectar significación sólo para el año 2004, lo cual originó que para todo el período de estudio también se detectara significación. No obstante, los coeficientes de correlación cruzada presentaron, en ambos casos, valores notablemente bajos. A diferencia de lo señalado para otras regiones del mundo, se concluye que en la zona de Caibarién, Cuba, no existe una correlación significativa entre las capturas de langosta *P. argus* y el ciclo lunar, lo que sugiere que en esta zona las langostas son igualmente vulnerables a la pesquería en cualquier fase de este ciclo. *Recibido: 05 Abril 2010, aceptado: 28 Mayo 2011.*

*Palabras clave.* Caibarién, ciclo lunar, langostas, *Panulirus argus*, Cuba.

**THE LUNAR CYCLE AND CATCH RATE OF LOBSTER *PANULIRUS ARGUS* (DECAPODA: PALINURIDAE) IN CAIBARIÉN, CUBA**

*Abstract.* Increasing the fishing effort in those lunar periods in which lobsters are more vulnerable to the fishing device, has been an efficient strategy to increase the yield of fisheries. In the present study the relation between the lunar cycle and catch rates of lobster *Panulirus argus* was determined in the zone of Caibarién, Cuba. Lunar cycle information was organized in phases (New Moon, First Quarter, Full Moon and Last Quarter) as well as assuming a continuous distribution of days of the lunar cycle. The analyses included six lunar months (June-November) of the 2002-2004 period. Daily catch per boat (CDB) was used as measurement of the daily catch variation (catch rate). CDB per lunar phase was compared by Kruskal-Wallis test and cross correlations technique was also apply. Non significant differences were detected between the CDB per lunar phase. Cross correlation analyses detected significance only for 2004, which originated that for all the period (2002-2004) a significant relation was also detected, however, in both cases cross correlation coefficients showed remarkably low values. Unlike the indicated thing for other regions of the world, it is concluded that in the zone of Caibarién, Cuba, does not exist a significant correlation between the catch rates of lobster *P. argus* and the lunar cycle. This suggests that in this zone lobsters are equally vulnerable to the fishery in any lunar phase. *Received: 05 April 2010, accepted: 28 May 2011.*

*Key words.* Caibarién, lunar cycle, lobsters, *Panulirus argus*, Cuba.

**INTRODUCCIÓN**

La influencia del ciclo lunar sobre la conducta de organismos marinos de interés pesquero, puede derivar en un aumento de la vulnerabilidad de éstos a los artes de pesca. En algunas especies de langosta que se consideran recursos de importancia comercial, como *Panulirus cygnus* en Australia (Morgan 1974, Srisurichan *et al.* 2005), *P. japonicus* en Japón (Yamakawa *et al.* 1994) y *P. argus* (Latreille 1804) en la Florida (Kanciruk 1980), se ha logrado comprobar una relación significativa entre las tasas de captura y el ciclo lunar, siendo mayores las capturas en las fases lunares más oscuras. Este tipo de relación puede representar ventajas importantes para el manejo de las pesquerías, ya que se podrían mejorar los rendimientos aumentando el esfuerzo pesquero en aquellos períodos lunares en los que se determine que las langostas son más vulnerables a las artes de pesca. Por el contrario, si se desea contribuir a la conservación o recuperación del recurso, se puede disminuir el esfuerzo en dichos períodos lunares.

Aunque no son numerosos, la mayoría de los estudios que a nivel mundial reportan una correlación significativa entre las tasas de captura de langosta (varias especies) y las fases lunares, se realizan en zonas en las que se utilizan nasas (distintos tipos) como arte de pesca fundamental. Este hecho parece sugerir que la nasa es el arte de pesca que mejor permite que se reflejen, en los volúmenes de captura, los cambios de conducta que puedan sufrir las langostas a consecuencia del ciclo lunar.

Los estudios realizados en Cuba sobre la relación que presentan las capturas de los diferentes recursos pesqueros con las fases lunares son en realidad pocos, todos efectuados en la década de los 80' del siglo pasado. No obstante, una parte considerable de estos estudios se ha realizado sobre crustáceos específicamente y merece ser mencionada, ya que condensan información básica y constituyen importantes referencias sobre este tema (Acevedo y Usatorres 1986, Siam *et al.* 1983).

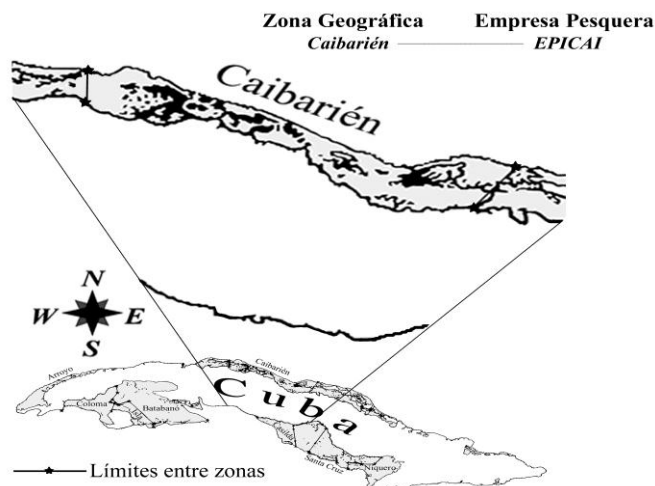
En relación a la especie *P. argus*, principal recurso pesquero de Cuba, sólo se conoce un estudio realizado por Hernández *et al.* (1989), según el cual, las capturas de langosta en la región del Golfo de Batabanó, presentan una discreta tendencia a ser mayores en las fases de luna nueva y luna llena. Sin embargo, las conclusiones del mencionado estudio se basan en un procesamiento estadístico limitado, por lo que no puede plantearse, de acuerdo con sus resultados, que las capturas de langosta en Batabanó sean significativamente mayores o menores en alguna fase lunar. En la región de Caibarién, zona de pesca de langosta en la que es más usada la nasa como arte de pesca, no existen estudios de esta naturaleza realizados con anterioridad. Podrían realizarse entonces importantes predicciones de la variación de las capturas en función del ciclo lunar, y esto implicaría modulaciones del esfuerzo pesquero que traerían consigo ahorros económicos.

El objetivo de esta investigación es determinar la relación existente entre el ciclo lunar y las capturas de langosta *P. argus* en la zona de Caibarién, Cuba.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### ÁREA DE ESTUDIO

La zona de Caibarién se ubica en la región Norcentral de Cuba, y sus límites geográficos como zona de pesca de langosta se asumieron según lo establecido por el antiguo Ministerio de la Industria Pesquera, en la Resolución 54 del 2005 (Fig. 1).



**Figura 1.** Ubicación geográfica de la zona de estudio.

Caibarién, donde realiza sus actividades la empresa pesquera EPICAI, es la zona de pesca de langosta más importante de la plataforma Nororiental, ya que aporta las mayores capturas de esta plataforma. En Caibarién, específicamente en la subzona de Carahatas, se obtiene la mayor parte de la captura utilizando nasas como artes de pesca. Aunque también se utiliza el pesquero de fondo o tradicional, fundamentalmente durante el verano (levante de veda), el jaulón y la nasa suelen ser los artes con más frecuencia utilizados, principalmente en época de otoño-invierno (recalo), también llamada época de migraciones otoñales atendiendo a la conducta de las langostas.

#### CONFORMACIÓN DE LAS FASES LUNARES Y ORGANIZACIÓN DE LOS DATOS

Los datos sobre el ciclo lunar fueron obtenidos de la *National Weather Service Forecast Office* (<http://www.wrh.noaa.gov/>). El análisis se realizó teniendo en cuenta los meses lunares (sinódicos) y no los meses fiscales, según lo recomendado por Nowinszky (2004). Como mes o ciclo lunar se asumió el transcurso de las cuatro fases lunares: Luna Nueva (LN), Cuarto Creciente (CC), Luna Llena (LL), y Cuarto Menguante (CM). Cada mes lunar fue comprendido comenzando en su mismo mes fiscal, el primer día de LN (día uno), y terminando el último día del correspondiente CM, (días 28, 29 o 30). Se trabajó con datos de captura diaria de siete meses fiscales (junio, julio, agosto, septiembre, octubre, noviembre y diciembre) del período 2002-2004. El defasaje entre mes lunar y mes fiscal determinó que pudieran completarse seis meses o ciclos lunares en el año 2004, y siete en los años 2002 y 2003, por lo

que el tamaño de muestra en este período contempla 20 meses o ciclos lunares (589 días).

A cada día del ciclo lunar se le asoció un valor  $I$  de intensidad luminosa, arbitrario y adimensional, tal que  $0 \leq I \leq 1$ . Este valor se utilizó sólo para representar la variación de iluminación nocturna asociada al ciclo lunar. El primer día de LN se hizo corresponder con el mínimo valor de  $I$  (cero) y el primer día de LL con el máximo (uno). Esta nomenclatura nos permitió determinar cómo períodos lunares más oscuros las fases de CM y LN, ya que su  $I$  varía de 0,5 a 0 y de 0 a 0,5 respectivamente. Los períodos más claros son las fases de CC y LL, con  $I$  entre 0,5 y 1, y entre 1 y 0,5, respectivamente. Los valores de  $I$  fueron asignados teniendo en cuenta la duración específica de cada ciclo lunar, determinada a su vez por la duración de cada una de sus fases.

Se utilizó la captura por barco por jornada de pesca como medida del volumen diario de captura, la misma se definió por las siglas CDB (captura diaria por barco). Como las capturas se trabajaron expresadas en toneladas (T), la CDB queda expresada en toneladas por día por barco (T/D/B). Esta magnitud es tratada como una “tasa”, ya que brinda información sobre cuánto se incrementa la captura (por barco) en cada día de pesca, por lo cual también es referida en el texto como “tasa de captura”.

#### PROCESAMIENTO ESTADÍSTICO

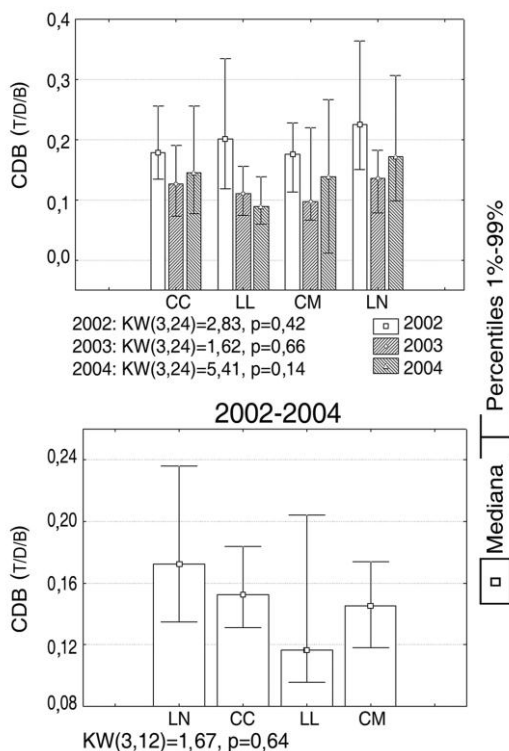
La prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnov ( $p < 0,001$ ) y la prueba de homocedasticidad de Levene, se utilizaron para comprobar que los datos no cumplen los supuestos de una distribución normal ni presentan homogeneidad de varianzas, por lo que se aplicó estadística no paramétrica. Los análisis estadísticos se realizaron en dos fases establecidas según el tipo de técnicas utilizadas para el procesamiento: 1-) comparación de las tasas de captura por fase lunar, y 2-) correlaciones cruzadas. La comparación entre las tasas de captura por fase lunar (asumiendo los datos agrupados por fases lunares) se realizó mediante la prueba de Kruskal-Wallis con representación gráfica basada en la comparación de las medianas con percentiles inferior y superior de 1 y 99 %, respectivamente. Las correlaciones cruzadas se realizaron asumiendo una distribución continua de los días del ciclo lunar según la duración particular de cada uno de ellos.

El análisis de correlación cruzada requirió de la transformación previa de los datos de los datos de CDB mediante la función de autocorrelación  $x = x - (a + b * x(\text{lag}))$  aplicada para un retardo (lag) de +1, dado que para este retardo

fueron encontradas las mayores autocorrelaciones. Esta función, descrita en la teoría sobre modelos ARIMA, permite convertir las series de CDB en procesos de ruido blanco, lo cual es necesario para la aplicación de esta técnica (Box y Jenkins 1976). La comprobación de que las series ya transformadas presentan un comportamiento similar a un proceso de “ruido blanco” se realizó mediante el estadístico Q (Ljung y Box 1978). La aplicación de los modelos ARIMA permitió comprobar que las tendencias estacionales (presentes en las series antes de ser transformadas) lograron ser removidas. Para esto se aplicó la técnica de promedios móviles (moving averages, q-Q). El procesamiento de los datos se realizó mediante el programa Statistica 6.0.

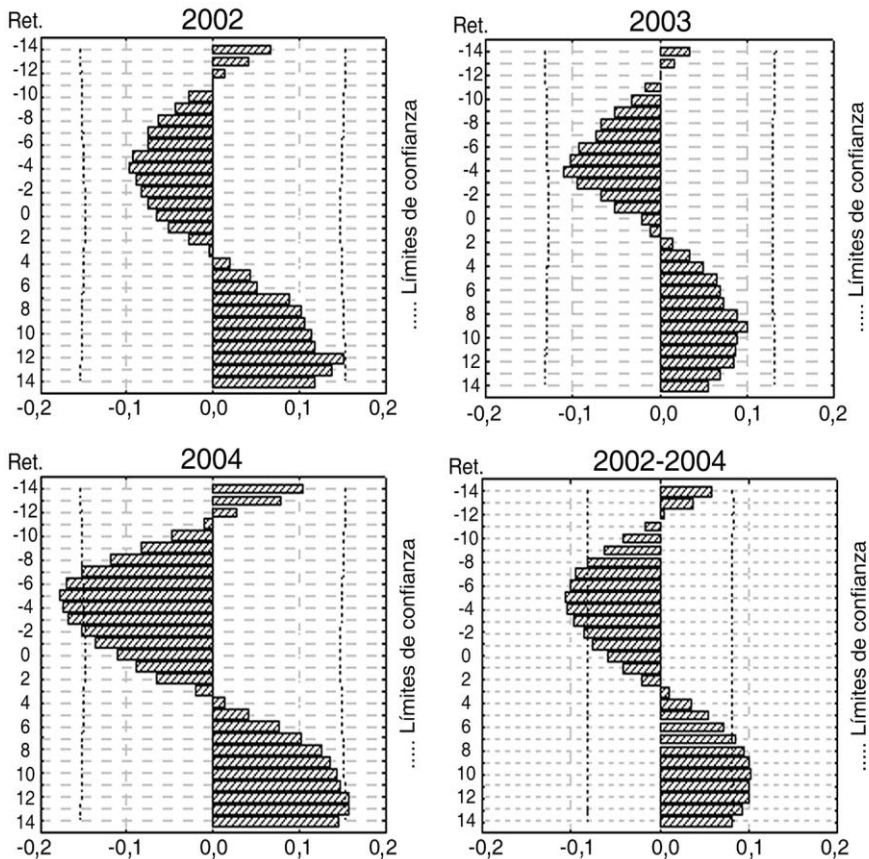
## RESULTADOS

La comparación de la CDB por fase lunar no detecta diferencias significativas ni al analizar cada año por separado ni al tener en cuenta todo el período 2002-2004 (Fig. 2).



**Figura 2.** Comparación de la CDB por fase lunar, por años y para todo el período 2002-2004, en la zona de Caibarién, Cuba.

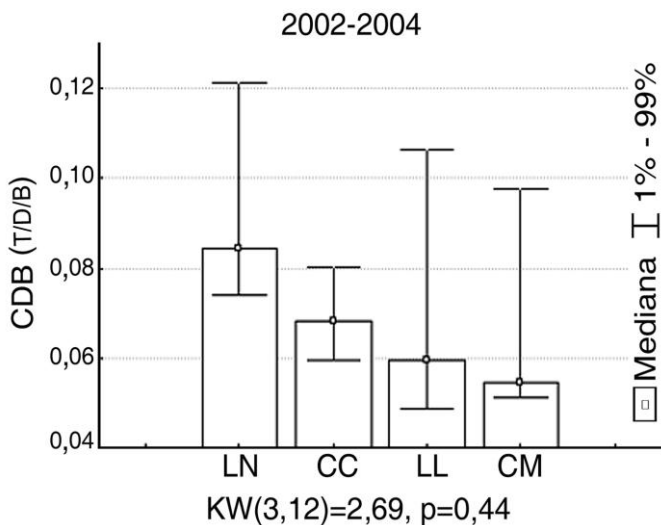
El análisis de correlaciones cruzadas detecta significación para el año 2004 y al realizar un análisis conjunto de los años. Los coeficientes de correlación en estos casos son inferiores a  $|0,2|$  (Fig. 3).



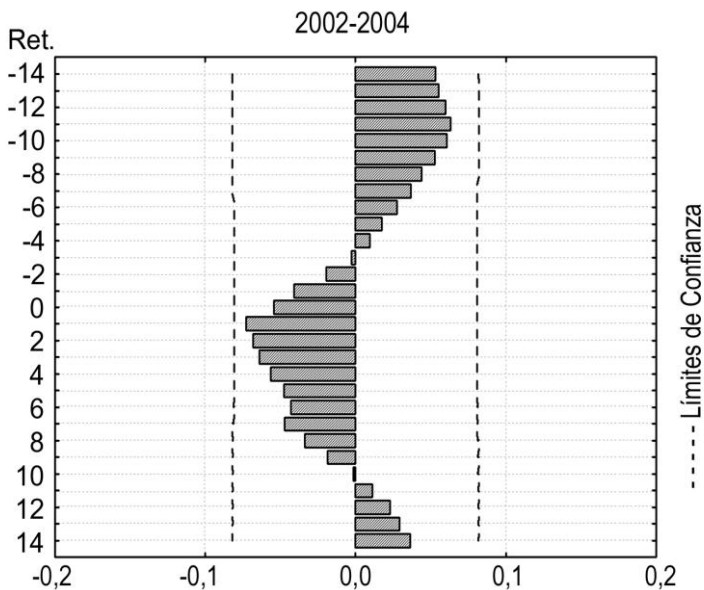
**Figura 3.** Correlaciones cruzadas entre la CDB y la intensidad luminosa asociada al ciclo lunar, por años y para todo el período 2002-2004, en la zona de Caibarién, Cuba. Eje x: valor del coeficiente de correlación; Ret.: retardo.

Se comprobó además que tampoco en la subzona de Carahatas existen diferencias significativas entre las tasas de captura correspondientes a cada fase lunar (Fig. 4).

El análisis de correlaciones cruzadas en Carahatas, no detecta significación en el período estudiado (Fig. 5).



**Figura 4.** Comparación de la CDB por fase lunar en la zona de Carahatas (período 2002-2004).



**Figura 5.** Correlaciones cruzadas entre la CDB y la intensidad luminosa asociada al ciclo lunar para el período 2002-2004, en la zona de Carahatas, Caibarién. Eje x: valor del coeficiente de correlación; Ret.: retardo.

## DISCUSIÓN

Las comparaciones entre las CDB por fase lunar no detectan diferencias significativas en ningún caso, sin embargo, el análisis de correlaciones cruzadas evidencia que para el año 2004 es posible encontrar una relación significativa entre las tasas de captura de langosta y el ciclo lunar, aunque los coeficientes de correlación son muy bajos al igual que los obtenidos cuando se analizan de forma conjunta las capturas de los tres años (2002-2004). Esto sugiere que a pesar de las significaciones detectadas, no existe realmente una marcada relación entre las tasas de captura y el ciclo lunar, ya que de existir esta, se encontrarían diferencias significativas entre las CDB por fase lunar.

Los bajos coeficientes de correlación encontrados, aunque significativos, son una prueba de la débil correlación entre las variables analizadas. A tener en cuenta además que la correlación significativa que se obtiene al analizar todo el período 2002-2004, es consecuencia de la existente sólo en el año 2004, la cual puede bien ser casual. Otro razonamiento basado en estos resultados, es que la duración de este tipo de análisis es un factor importante y puede influir determinantemente en los resultados. Un análisis realizado sólo con los años 2002 y 2003, arrojaría relaciones absolutamente no significativas. Aunque de manera general no puede plantearse la existencia de relaciones significativas entre el ciclo lunar y las capturas de langosta en Caibarién, sí puede decirse que períodos de análisis relativamente largos (más de dos años) podrían arrojar resultados más confiables.

A diferencia de la existencia de significación, el patrón de correlación sí se comporta de manera muy similar al observar cada año por separado y en los tres años analizados conjuntamente. Esto sugiere, al igual que los bajos coeficientes de correlación, que las tasas de captura fluctúan en correspondencia con el ciclo lunar, sólo que no lo hacen de un modo significativo. Estos hechos apoyan la hipótesis de que el ciclo lunar influye en la conducta de *P. argus*, en la zona de Caibarién en este caso, pero esta influencia no es tan marcada como para expresarse en las capturas, por tanto, una variación significativa de la tasa diaria de captura de langosta a consecuencia del ciclo lunar, no puede determinarse. Estos resultados difieren de los obtenidos en otras investigaciones sobre *P. argus* en las que se describe una relación significativa entre las capturas y el ciclo lunar.

Según los hábitos de alimentación nocturna de las langostas (Herrnkind *et al.* 1975, Phillips *et al.* 1980, Herrera *et al.* 1991), cabría esperar una mejor relación entre las capturas y las fases lunares en zonas o períodos donde se

pesque con artes como las nasas y jaulones, que no constituyen sólo refugios para las langostas y que funcionan como verdaderos artes de pesca. La oscuridad que propician las fases lunares de menor intensidad luminosa, debe teóricamente hacer a las langostas más vulnerables a estas artes de pesca dado que a estas horas, las langostas aumentan la frecuencia y amplitud de sus búsquedas nocturnas de alimento, con lo cual también aumentan las probabilidades de que sean capturadas.

Según Phillips *et al.* (1980) y Colinas-Sánchez (1990), los períodos lunares de cuarto menguante, luna nueva y cuarto creciente, son los períodos en los que las langostas *P. argus* y *P. guttatus* presentan mayor actividad. En el período estudiado se obtuvieron correlaciones significativas negativas para los retardos entre -2 y -7, lo que indica que las capturas tienden a ser mayores durante los días de CM, una de las fases que propicia mayor oscuridad. No obstante, ningún planteamiento concluyente puede hacerse al respecto ya que para los años 2002-2003 (66,6% del período de tiempo estudiado) estas correlaciones significativas no existen.

La pesca de langosta en Caibarién se realiza durante casi todo el período de pesca y en la mayoría de las subzonas (principalmente en Carahatas), situando las nasas junto a los pesqueros tradicionales, que actúan como refugios. De esta manera, la pesquería no se realiza ni solamente con pesqueros tradicionales o de fondo, ni solamente con nasas. Por otra parte, como esta combinación de artes se utiliza casi toda la temporada de pesca, las variaciones en la relación de las capturas con el ciclo lunar no son tan marcadas entre el “levante” (apertura de la temporada de pesca) y el “recalo” (período migratorio), tal como evidencia la estabilidad en el patrón de correlación cruzada ya analizado para esta zona. En el resto de las regiones de pesca de Cuba, estas dos etapas de la pesquería (levante y recalo) significan cambios relativos en el tipo de arte de pesca que se utiliza. Así, Caibarién cuenta durante casi todo el año de pesca con el efecto combinado de: 1-) las nasas, arte de pesca que pudiera ser el más adecuado para determinar el efecto del ciclo lunar en la conducta de las langostas, y por tanto en las capturas, y 2-) el pesquero tradicional o de fondo, cuyo efecto en la determinación de una relación entre el ciclo lunar y las capturas de langosta aún no se conoce.

Por otro lado, aunque en varias especies del género *Panulirus*, incluida *P. argus*, se han encontrado correlaciones significativas entre las tasas de captura y el ciclo lunar (Kanciruk 1980, Yamakawa *et al.* 1994, Srisurichan *et al.* 2005), el hecho de no haber encontrado estas correlaciones en Caibarién puede no deberse sólo a las particularidades del sistema de pesca (artes de pesca

utilizados). Puede ser que *P. argus* en aguas cubanas tenga un comportamiento similar al que varios autores reportan para algunas especies del género *Jasus* (Booth 1989, Keulder 2005), en las que se ha comprobado, con independencia de las particularidades en el ordenamiento pesquero, una ausencia de correlación entre las tasas de captura y las fases lunares. La relación entre el ciclo lunar y las capturas comerciales de organismos marinos puede variar no sólo en dependencia de las características de la pesquería sino también de la especie en cuestión y de las características del hábitat que esta ocupe (Lowry *et al.* 2007).

### CONCLUSIONES

En la zona de Caibarién, Cuba, no existe una correlación significativa entre la tasa de captura de langosta *P. argus* y el ciclo lunar, por lo que en esta región las langostas son igualmente vulnerables a la pesquería en cualquier fase de este ciclo.

### RECOMENDACIONES

No condicionar los planes de manejo de *P. argus* a los períodos lunares en que las langostas son más vulnerables a las artes de pesca, dado que estos períodos no existen.

Estudiar la relación entre las capturas de *P. argus* y otros factores ambientales como: la intensidad y dirección de los vientos y corrientes marinas de plataforma, la intensidad del oleaje, y la temperatura superficial del mar.

### LITERATURA CITADA

- ACEVEDO M.E. Y R. USATORRES. 1986. Influencia de los factores del medio en la corrida del cangrejo de tierra *Cardisoma guanhumi* en la Ciénaga de Zapata. V *Forum*, Res. Invest., Centro de Investigaciones Pesqueras, 79 pp.
- BOOTH J.D. 1989. Occurrence of the puerulus stage of the rock lobster, *Jasus edwardsii* at the New Plymouth Power Station, New Zealand. N. Z. J. Mar. Freshw. Res. 23: 43-50.
- BOX G. Y G. JENKINS. 1976. Time series analysis: forecasting and control. Holden Day, Oakland, California, USA.
- COLINAS-SÁNCHEZ F. 1990. Alimentación de las langostas *Panulirus argus* y *Panulirus guttatus* (Latreille, 1804) en el Caribe Mexicano. An. Inst. Cienc. Mar. Limnol. 17(1): 89-105.
- HERNÁNDEZ B., C. GARCÍA Y P. SIERRA. 1989. Algunos aspectos de las fases lunares y su relación con las capturas de langosta *Panulirus argus* en el Golfo de Batabanó. Rev. Cub. Invest. Pes. 14(1-4): 72-89.

- HERRERA A., D. IBARZABAL, J. FOYO Y J. ESPINOSA. 1991. Alimentación natural de la langosta *Panulirus argus* en la región de Los Indios (Plataforma SW de Cuba) y su relación con el bentos. *Rev. Invest. Mar.* 12 (1-3): 172-182.
- HERRNKIND W.F., J.A. VANDER WALKER Y L. BARR. 1975. Populations dynamics, ecology an behaviour of spiny lobsters *Panulirus argus* of St. John, Us VI. I: Habitation patterns of movement behaviour. *Sct. Bull. Nat. Hist.* 20: 31-45.
- KANCIRUK P. 1980. Ecology of juvenile and adult Palinuridae. Pp. 59–96, en J.S. Cobb y Phillips, B.F. (ed). *The biology and management of lobsters*. Vol. II. Ecology and Management, Capítulo 2. Academic Press, New York.
- KEULDER F. J. 2005. Puerulus and early juvenile recruitment of the rock lobster *Jasus lalandii* in relation to the environment at Luderitz Bay, Namibia. Tesis de Maestría, Rhodes University, Namibia, 134 pp.
- LOWRY M., D. WILLIAMS Y Y. METTI. 2007. Lunar-landings-relationship between lunar phases and catch rates for an Australian gamefish-tournament fishery. *Fish. Res.* 88: 15-23.
- LJUNG G.M. Y G.E.P. BOX. 1978. On a measure of lack of fit in time series models. *Biometrika* 65: 297-303.
- MORGAN G.R. 1974. Aspects of the population dynamics of the western rock lobster, *Panulirus Cygnus* George. II. Seasonal changes in the catchability coefficient. *Mar. Freshw. Res.* 25: 249–259.
- NOWINSZKY L. 2004. Nocturnal Illumination and Night Flying Insects. *Applied Ecology and Environmental Research* 2(1): 17–52.
- PHILLIPS B.F., G.R. MORGAN Y C.M. AUSTIN. 1980. Synopsis of biological data on the Western rock lobster *Panulirus Cygnus* (George, 1962). *FAO fisheries Synopsis* Número128, 1-64.
- SIAM C., R. PUGA Y A. VIVERO. 1983. Relación entre las fases de la luna y la abundancia de camarón rosado (*Farfantepenaeus notialis*) en la Isabela. *Rev. Cub. Invest. Pesq.* 8(1): 42 65.
- SRSURICHAN S., N. CAPUTI Y J. CROSS. 2005. Impact of lunar cycle and swell on the daily catch rate of western rock lobster (*Panulirus cygnus*) using time series modelling. *N. Z. J. Mar. Freshw. Res.* 39: 749–764.
- YAMAKAWA T., Y. MATSUMIYA, M. NISHIMURA Y S. OHNISHI. 1994. Expanded DeLury's method with variable catchability and its application to catch-effort data from spiny lobster fishery. *Fish. Sci.* 60(1): 59–63.