

CONSIDERACIONES METODOLÓGICAS PARA LA DETERMINACIÓN DEL ESTADO NUTRICIONAL DE LA LANGOSTA *Panulirus argus* (LATREILLE, 1804) MEDIANTE RELACIONES LARGO-PESO, EN CUBA.

METHODOLOGICAL CONSIDERATIONS FOR DETERMINING THE NUTRITIONAL CONDITION IN SPINY LOBSTER *Panulirus argus* (LATREILLE, 1804) BY WEIGHT/LENGTH RATIOS, IN CUBA.

Alexander Lopeztegui Castillo, Norberto Capetillo Piñar y Abel Betanzos Vega

Fecha de recepción 14 de Junio de 2010

Fecha de aceptación 17 de Diciembre de 2010

RESUMEN

Se determinó la condición nutricional de langostas *Panulirus argus* (Decapoda: Palinuridae), mediante tres medidas de longitud utilizando una relación peso total-longitud, tal condición fue estimada a partir de: la longitud cefalotorácica (LC), longitud abdominal (LA), y longitud total (LT). Las condiciones nutricionales así obtenidas (KLC, KLA y KLT respectivamente) fueron comparadas entre sí mediante una prueba T pareada para muestras dependientes ($p < 0,05$), y fueron correlacionadas entre sí y con el peso de los ejemplares mediante el coeficiente de correlación de Pearson (R). Dichos coeficientes fueron comparados mediante la prueba de las diferencias ($p < 0,05$). Se encontró que KLT brinda resultados más confiables, y con base en esto y teniendo en cuenta las estadísticas de pesca del Centro de Investigaciones Pesqueras de Cuba (CIP) que registran datos de LC más que de LT, se evaluó la utilidad del LC para la estimación de la condición nutricional, modelando una ecuación LT/LC. Con esta ecuación se estimó LT a partir de mediciones de LC, la condición nutricional

de las langostas fue luego estimada a partir de la tasa Pt/LT. La ecuación, modelada para el año 1981 (LT/LC₁₉₈₁), fue aplicada con datos de ejemplares de mediciones (LT y LC) realizadas en 1981 y en 2010. Las mediciones reales (realizadas *in situ*) y las estimadas mediante la ecuación LT/LC₁₉₈₁, fueron comparadas entre sí mediante una prueba T. Además se calcularon y compararon los coeficientes de correlación entre las medidas reales y las estimadas, encontrando diferencias significativas sólo para el año 2010, lo que sugiere que la ecuación modelada brinda los mejores resultados al ser aplicada a datos registrados en el mismo año para el cual se estimó.

PALABRAS CLAVE: Longitud cefalotorácica, longitud abdominal, Golfo de Batabanó.

ABSTRACT

The nutritional condition of spiny lobsters *Panulirus argus* (Decapoda: Palinuridae) was calculated from weight/length ratio by using three measures of length: cephalotoraxic length (LC), abdominal length (LA), and total length (LT). The nutritional conditions thus determined (KLC, KLA and KLT respectively) were compared by a paired T-test for dependent samples ($p < 0,05$), and they were correlated among them and with the weight of the lobsters through the Pearson correlation coefficient (R). These coefficients were compared by using the mean test ($p < 0,05$). It was found that KLT shows more reliable results, therefore based on this and considering the fishing statistics from the Centro de Investigaciones Pesqueras of Cuba (CIP) that register LC data more than the LT, the utility of the LC to estimate the nutritional condition of lobsters by weight/length ratio was evaluated and modelling an equation LT/LC, for estimating LT from LC to calculate the index of nutritional condition based on Pt/LT ratio. The equation, modelled in 1981 (LT/LC 1981), was applied with data of specimens measured (LT and LC) in 1981 and 2010. The real measurements (made *in situ*) and the estimated ones by LT/LC 1981 equation, were compared to each other through a T Test. Correlation coefficients among real and estimated measurements were evaluated and compared, significant differences were found only by 2010. This suggests that the modelled equation provides the best results when applying it to data registered in the same year for which it was estimated.

KEY WORDS: Cephalotoraxic length, abdominal length, Gulf of Batabanó.

INTRODUCCIÓN

La determinación de la condición nutricional de animales marinos está muy asociada a organismos de importancia comercial, pues resulta útil para la evaluación del impacto sobre las poblaciones de diversos recursos pesqueros, para estimar las capacidades de carga de los hábitats que las soportan o para evaluar el estado de salud de los organismos (Oliver y MacDiarmid, 2001). La condición nutricional de todo organismo es un fiel exponente de que cuenta con las reservas energéticas que le permitirán mantener un estado fisiológico satisfactorio y un crecimiento normal (Moore *et al.*, 2000).

Una de las metodologías más utilizadas para la determinación de la condición nutricional en langostas se basa en el cálculo de un coeficiente que relaciona el largo con el peso de los animales. Al igual que a los peces, a las langostas es posible tomarles diferentes medidas de longitud: cefalotoráxica, abdominal y total. En la mayoría de las investigaciones sobre peces se utiliza el largo total para el cálculo de la condición nutricional, cuestión relacionada con la proporción que teóricamente debe existir entre el peso y la talla de un ejemplar saludable. Aunque se utiliza para todo tipo de organismos, esta proporción está sugerida en principio para organismos de crecimiento continuo como los peces, en los que es más probable que la misma se cumpla en todo momento del desarrollo (Sparre y Venema, 1995).

A diferencia de los peces, en las langostas, así como en el resto de los crustáceos, el crecimiento ocurre por fases y esto podría introducir variaciones en la relación largo-peso, haciendo posible que no sea la longitud total la medida que más refleje la verdadera condición nutricional de los individuos. Por otro lado, las estadísticas pesqueras de Cuba en lo que se refiere a la langosta *Panulirus argus* (Decapoda: Palinuridae), principal recurso pesquero (Baisre, 2000; Puga y de León, 2003; Puga *et al.*, 2009), poseen series históricas de datos que registran medidas de largo cefalotorácico más que de largo total. La validación del largo cefalotorácico como medida utilizable para el cálculo de la condición nutricional de las langostas, haría posible el uso de datos históricos que permitirían la reconstrucción de esta condición y por tanto una mejor evaluación del estado general de las poblaciones de este recurso (Puga *et al.*, 2009).

Por lo anterior se hicieron estimaciones para determinar entre las medidas de longitud de las langostas la que puede ser utilizada para calcular con mayor confiabilidad, el estado nutricional de los ejemplares, mediante una relación peso total-largo; También se propone validar la utilidad de la medida de longitud del cefalotórax para el cálculo de la condición nutricional de los organismos.

MATERIALES Y MÉTODOS

El área de estudio se localiza en el Golfo de Batabanó, plataforma suroccidental de Cuba. Este golfo constituye la zona de pesca de langosta más importante debido a que de ella se extrae anualmente el ma-

yor porcentaje de la captura nacional (Cruz *et al.*, 1990; Cruz *et al.*, 2001). El trabajo se realizó en dos zonas, Punta del Este y Diego Pérez, ubicadas en la región Este del Golfo de Batabanó (Figura 1).

Para la medición de la longitud cefalotorácica (LC) y abdominal (LA), se utilizó un medidor vernier con una precisión (error) de 1 mm; la longitud total (LT) se midió con una cinta métrica fijada sobre una superficie lisa horizontal. El peso total (Pt) de los ejemplares se midió utilizando una balanza analítica de 1 g de error. Las medidas de longitud se expresaron en milímetros (mm) y las de peso en gramos (g), por lo que K (peso/largo) quedó expresado en $g\ mm^{-1}$.

La longitud del cefalotórax se midió desde el borde interaculear hasta el borde distal del cefalotórax, sobre la línea media dorsal del cuerpo. La longitud abdominal se midió desde el borde exterior del primer segmento abdominal hasta el final del telson, igualmente sobre la línea media dorsal. La longitud total fue medida por la región ventral (con el ejemplar sobre la cinta métrica, en posición horizontal), desde el punto medio en la base entre las dos antenas hasta el final del telson. Esta medida se conoce como largo total antenular (Cruz, 2002). Todas las mediciones de longitud realizadas son rectas, es decir, no incluyen las curvaturas propias del exoesqueleto de los animales. Se trabajó sólo con ejemplares que presentaron todos sus atributos morfológicos (antenas completas, presencia de todas las patas, integridad del telson, ausencia de malformaciones).

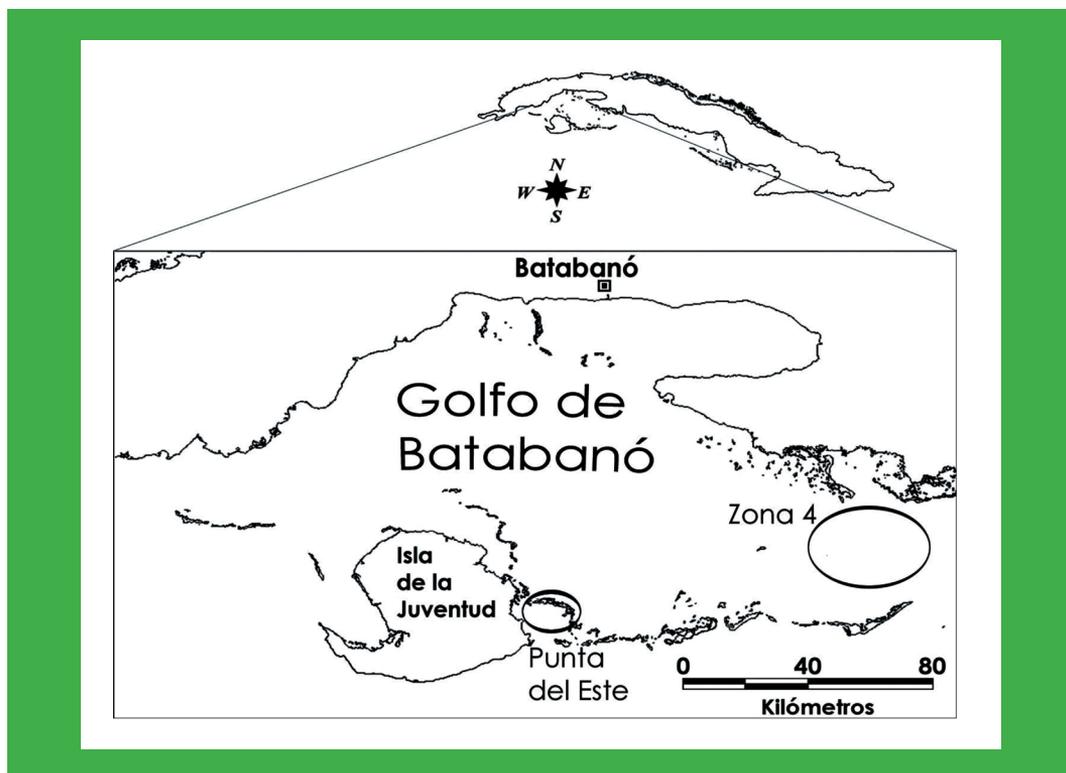


Figura 1. Ubicación geográfica de las zonas de estudio (Punta del Este y Zona 4) en la región Este del Golfo de Batabanó.

La condición nutricional (K) de los animales fue calculada de tres formas diferentes, considerando las mediciones de longitud (talla) practicadas a las langostas. Se denominó KLC a la condición nutricional calculada a partir de la relación Pt/LC, KLA a la calculada a partir de la relación Pt/LA, y KLT para la calculada a partir de la relación Pt/LT. Para estas primeras mediciones se utilizaron 50 ejemplares provenientes de la zona de Punta del Este, muestreados en septiembre del año 2004.

Para estimar la confiabilidad de K según las distintas medidas involucradas, se correlacionó:

1. El peso total de los organismos y los valores de K obtenidos por las diversas vías.
2. Los valores de K entre sí.
3. El peso de los organismos y las diferentes medidas de longitud tomadas.
4. Entre las medidas de longitud.

Se utilizó el coeficiente de correlación de Pearson (r), que fue comparado por pares de valores (según el caso) mediante la prueba de las diferencias, realizada para un nivel de significancia de $\alpha=0,05$. Tanto para el cálculo de los K como para la comparación entre los mismos se utilizó el programa STATISTICA 6.0 (StatSoft, 2001).

La validación del LC para la estimación de la condición nutricional de las langostas, se realizó modelando (con ejemplares de LT y LC conocidos) una ecuación LT/LC con la cual estimar el LT de una muestra de ejemplares a los que sólo se les midió el LC. Tal ecuación (LT/LC₁₉₈₁) fue modelada para cada sexo utilizando 231 animales (125 machos y 106 hembras) medidos en 1981. Estos datos se extrajeron de las estadísticas del Centro de Investigaciones Pesqueras y fueron registrados entre octubre y noviembre sobre ejemplares de la zona de Diego Pérez.

Para conocer la confiabilidad de las medidas de LT estimadas, y saber si las ecuaciones modeladas sobre individuos medidos en 1981, podrían aplicarse a ejemplares muestreados en otros años, estas ecuaciones se utilizaron en una muestra adicional de 101 ejemplares (55 machos y 46 hembras) medidos también en el año 1981, y 101 ejemplares (41 machos y 60 hembras) medidos en el año 2010. Se determinó entonces la correlación entre las mediciones de LT reales (realizadas *in situ*) y las estimadas mediante la ecuación LT/LC₁₉₈₁. Finalmente, tales mediciones se compararon mediante una prueba T pareada para muestras dependientes, con nivel de significancia $\alpha=0,05$ y se compararon los coeficientes de correlación mediante la prueba de las diferencias (StatSoft, 2001).

RESULTADOS

El índice de condición nutricional (K) calculado a partir de una relación peso total-longitud, presentó diferencias significativas al ser calculado según las diferentes medidas de talla de las langostas: LC, LT, y LA (Figura 2).

Los coeficientes de correlación calculados tanto entre los K (K-K) como entre el índice de condición nutricional y el peso de las langostas (K-P), así como entre las medidas de longitud tomadas (L-L) y la longitud y el peso de los ejemplares (P-L), demuestran que todas las correlaciones obtenidas son positivas y significativas. Todos los coeficientes de correlación entre los K calculados son significativamente diferentes, también lo son los coeficientes de correlación calculados entre las medidas de longitud. El análisis del resto de los coeficientes comparados permite plantear que sólo la correlación entre KLT y Pt es significativamente superior a la existente entre KLC y Pt (Cuadro 1).

Se encontró que existe una relación lineal entre la longitud total y la longitud del cefalotórax de las langostas. Dicha relación está descrita (modelada) por una ecuación de regresión que presenta parámetros distintos para cada sexo (Figura 3).

Para el año 1981 los valores reales (medidos *in situ*) de LT y los estimados (obtenidos al aplicar la ecuación LT/LC₁₉₈₁ a ejemplares cuyo LC se midió también en el año 1981) presentaron una correlación de $r=0,9728$ ($p<0,05$). Para el 2010, los valores reales de LT y los obtenidos al aplicar la ecuación LT/LC₁₉₈₁ a ejemplares cuyo LC se midió en el

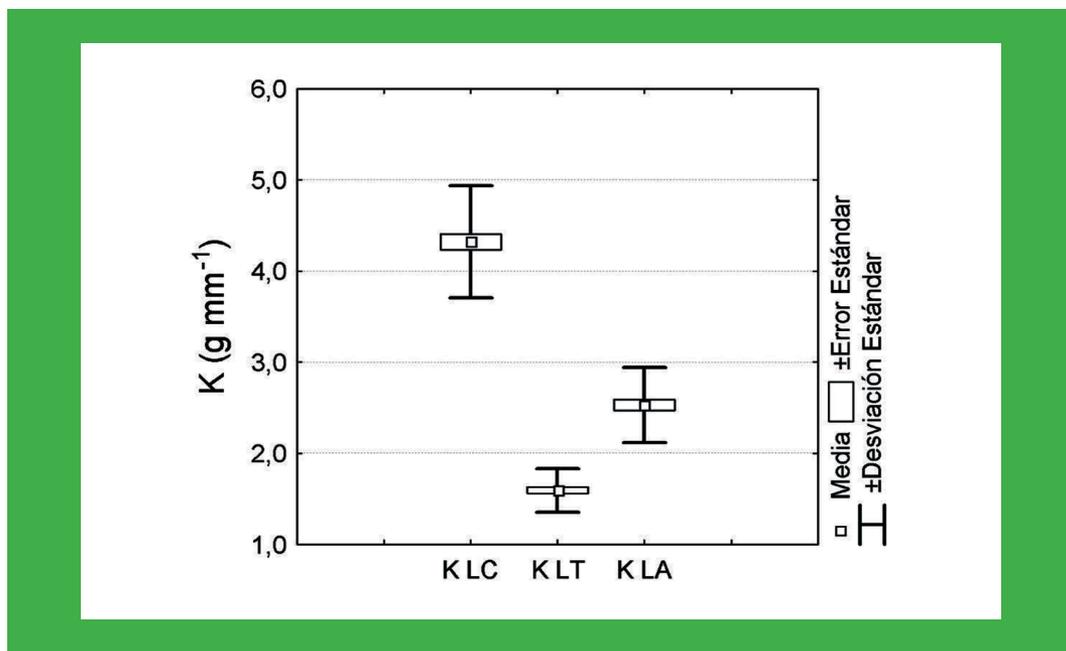


Figura 2. Comparación entre los valores medios de K calculado según diferentes medidas para estimar la talla de las langostas.

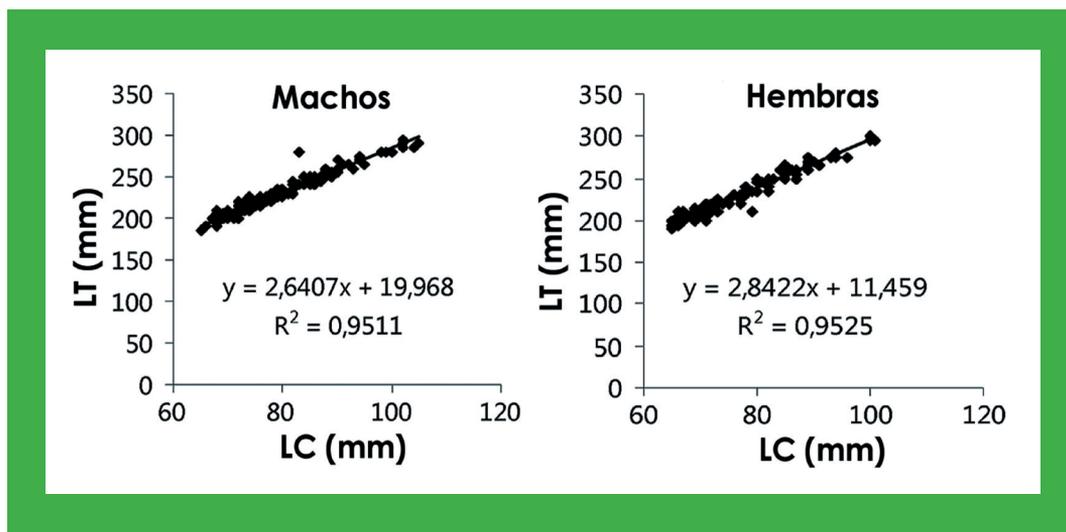


Figura 3. Relación entre el largo total (LT) y el largo cefalotorácico (LC) en langostas *P. argus* de la región Este del Golfo de Batabanó.

Cuadro 1. Coeficientes de correlación de Pearson (r) calculados entre las diferentes magnitudes analizadas (K-K, L-L, K-L, P-L y K-P). Comparaciones pareadas entre los valores de r para cada una de las cuatro relaciones establecidas. *: diferencias significativas, $p < 0,05$.

Coeficientes de correlación de Pearson			
	K LC-K LT	K LA-K LT	K LC-K LA
Valor de r	0.9393 (a)	0.9830 (b)	0.8611 (c)
Comparación	a-b * $p=0,0023$	b-c * $p=0,0000$	a-c * $p=0,0336$
	LC-LT	LA-LT	LC-LA
Valor de r	0.9001 (d)	0.9588 (e)	0.7394 (f)
Comparación	d-e * $p=0,0238$	e-f * $p=0,0000$	d-f * $p=0,0131$
	Pt-LC	Pt-LA	Pt-LT
Valor de r	0.8991 (g)	0.8404 (h)	0.9229 (i)
Comparación	g-h $p=0,2266$	h-i $p=0,0777$	g-i $p=0,5725$
	KLC-Pt	KLA-Pt	KLT-Pt
Valor de r	0.9264 (j)	0.9429 (k)	0.9696 (l)
Comparación	j-k $p=0,7002$	k-l $p=0,0892$	j-l * $p=0,0380$

año 2010, se correlacionaron con $r=0,9801$ ($p < 0,05$). La magnitud de estos coeficientes de correlación revela que en ambos casos existe una correlación significativamente elevada. La comparación estadística de ambos coeficientes muestra que no existen diferencias significativas entre ellos ($p=0,1523$), sin embargo, la comparación entre las medidas reales y las estimadas detecta diferencias significativas para el año 2010 y no para 1981 (Cuadro 2).

DISCUSIÓN

Los valores de condición nutricional según la tasa Pt/LC, obtenidos con base en los muestreos del año 2004 (únicos que re-

gistran las tres medidas evaluadas: LC, LA y LT), resultan ligeramente superiores a los reportados por Briones-Fourzán *et al.* (2009). Sin embargo puede plantearse que ambos resultados se corresponden, pues dichos autores trabajaron con individuos de fase algal (12,0 a 25,0 mmLC), postalgal (25,2 a 45,0 mmLC), y subadulto (45,7 a 69,0 mmLC), reportando que la condición nutricional hallada mediante una tasa Pt/LC, aumenta acorde al desarrollo ontogenético de los organismos. En la presente investigación, la tasa Pt/LC fue calculada sobre individuos en su mayoría adultos recién reclutados a la pesquería (69,0 a 84,0 mmLC), en la fase de desarrollo ontogenético siguiente a la de subadulto.

Cuadro 2. Comparación entre el LT medido *in situ* en los años 1981 (LT 81) y 2010 (LT 10), y el estimado aplicando la ecuación LT/LC_{1981} a ejemplares cuyo LC se midió en 1981 (LT e81) y en 2010 (LT e10).

	Media	D.E.	N	D.	D. E.	t	gl	p
LT 81	244,4	26,923						
LT 10	254,2	29,435	101	-9,8416	38,603	-2,562	100	0,012*
LT e81	243,6	27,171	101	10,5793	38,127	2,789	100	0,006*
LT 81	244,4	26,923						
LT e81	243,6	27,171	101	0,7377	6,319	1,173	100	0,243
LT 10	254,2	29,435						
LT e10	242,3	28,432	101	11,8618	5,777	20,634	100	0,000*

Las medidas LC, LA y LT, aunque expresan longitud, presentan diferentes valores pues miden partes diferentes del cuerpo de las langostas. En correspondencia, es lógico esperar diferencias en los valores del coeficiente K calculado mediante una relación peso total-largo, pues dicho coeficiente no es más que una proporción que, para un mismo ejemplar, varía sólo en función de la medida de longitud utilizada. Las diferencias significativas observadas entre las medias de K, según las medidas evaluadas (LC, LA, y LT), son la demostración de que en efecto el valor numérico de K cambia al calcularse por cada una de estas vías, pero no significan que una de ellas sea más efectiva que las otras, lo cual sólo podría inferirse interpretando los resultados del análisis de correlación.

Numerosas investigaciones a nivel mundial utilizan la tasa peso total-longitud cefalotorácica (Pt/LC) para estimar el estado nutricional de las langostas (Robertson *et al.*, 2000;

Oliver y Macdiarmid, 2001; Briones-Fourzán *et al.*, 2009). Sin embargo, la determinación de la condición nutricional de un organismo debiera estar basada en la relación peso total-largo total, pues las diferentes partes del organismo pueden crecer a ritmos distintos en respuesta justamente al estado nutricional del mismo, siendo sólo el largo total la medida que expresa el crecimiento neto. En el presente estudio se constató que la medida de longitud que presenta mayor correlación con el peso de las langostas es la longitud total, la cual además presenta mayor correlación con la longitud abdominal que con la longitud cefalotorácica.

Aunque las mediciones de la longitud del cefalotórax de las langostas, son más exactas y precisas que las de largo total, al utilizar sólo la medida del cefalotórax para la determinación de la condición nutricional, dejan de tenerse en cuenta las variaciones en el crecimiento de las langostas que tienen lugar sólo, o mayormente, en el abdo-

men de las mismas. Estas variaciones no son al parecer despreciables pues las medidas que menos correlacionadas se encontraron fueron justamente el largo abdominal y el cefalotorácico. En consecuencia, las medidas de K que menos correlación presentaron fueron KLC y KLA.

Por otra parte, aunque es elevado el coeficiente de correlación LC-LT ($r=0,9001$), el hecho de que dicho coeficiente no tome el valor unitario o no esté más próximo a éste significa que las variables en cuestión no están totalmente asociadas. Esto debería implicar alguna diferencia en el cálculo de la condición nutricional utilizando una y otra medida, hecho que fue constatado en el presente estudio pues KLT y KLC no sólo son significativamente diferentes (como era de esperar) sino que no presentan la mayor correlación entre sí y se encuentran correlacionados de forma diferente con el peso de los organismos.

La correlación significativa y positiva existente entre los valores de todos los K calculados, es mayor entre KLT y KLA, lo que sugiere que ante la imposibilidad de calcular KLT, puede utilizarse KLA para estimar la condición nutricional de los animales. Este resultado es importante ya que para el cálculo del estado nutricional no siempre se cuenta con las medidas idóneas de longitud de las langostas. En Cuba, cuando se analizan datos históricos, es raro encontrar medidas de LA, pero es muy frecuente encontrar mediciones de LC. En estos casos aunque puede estimarse la condición nutricional calculando directamente KLA o KLC, puede también, y se recomienda con base en los resultados obtenidos, aplicarse una ecuación previamente modelada que per-

mita hallar el largo total de las langostas en función del largo abdominal o el largo del cefalotórax.

En el caso de la especie *P. argus* en aguas de la plataforma cubana, tanto el carácter lineal de las relaciones encontradas entre las medidas de LT y LC, como las relaciones que se establecen entre el peso y el largo de los ejemplares, han sido descritas anteriormente por ecuaciones particulares para cada sexo (Cruz, 2002). Esta situación, unida al hecho de que las ecuaciones LT/LC₁₉₈₁ modeladas en el presente estudio presentan parámetros diferentes para machos y para hembras, sugiere que en la especie *P. argus*, la relación en cuestión (LT/LC) es característica para cada sexo. Corroborando lo anterior, se encontró que existen diferencias significativas entre sexos en cuanto al coeficiente LT/LC, sin embargo, dichas diferencias no se encontraron al comparar sólo las mediciones de LT (Cuadro 3).

Los coeficientes de correlación calculados entre las medidas de LT estimadas (obtenidas mediante la aplicación de las ecuaciones modeladas) y las reales (realizadas *in situ*), resultan elevados en todos los casos ($r>0,9700$). No obstante, es importante mencionar que la comparación entre los valores de LT reales y los estimados, no debe realizarse sólo con base en estos coeficientes. Aunque no existen diferencias significativas entre los coeficientes de correlación (LT real-LT estimado) correspondientes a cada año, la comparación estadística entre dichas medidas sí detecta diferencias significativas.

Cuadro 3. Comparación por sexos del largo total (LT) y del coeficiente LT/LC. Prueba T para muestras independientes, significación $p < 0,05$. M: machos, H: hembras, *: diferencias significativas.

	N M	N H	Media M	Media H	D.E. M	D.E. H	t-valor	gl	p
LT (mm)	125	106	229,24	230,71	26,37	26,35	-0,42	229	0,6737
LT/LC	125	106	2,90	3,00	0,08	0,08	-9,46	229	0,0000*

Estos hechos sugieren que los resultados obtenidos están restringidos en el tiempo y que para generar una ecuación de regresión (LT/LC) que refleje estos parámetros en las langostas de toda Cuba, se debe incorporar la mayor cantidad de medidas posibles de años diferentes. Las diferencias significativas entre los LT reales y los estimados, encontradas sólo en el 2010, indican que es más conveniente y confiable aplicar las ecuaciones modeladas a datos tomados el mismo año en que se han modelado éstas.

Por otra parte, dado que los parámetros poblacionales pueden variar de una localidad a otra (Pauly, 1979), una situación similar puede tenerse en la escala espacial. Por tanto, la aplicación de las ecuaciones modeladas se recomienda en principio sólo para cuando se trata de langostas provenientes de la misma zona. Además, es de destacar que como la condición nutricional de los organismos es estimada mediante una relación peso-largo, dicha condición debe estar sujeta a iguales variaciones espacio-temporales, incluso a las diferencias entre sexos descritas anteriormente para la relación LT/LC.

La determinación de la condición nutricional de las langostas mediante la relación Pt/LT, conjuntamente con la validación del LC como medida utilizable para determinar dicha condición, permite no sólo ahorrar el esfuerzo y los recursos que implicaría el empleo de metodologías más complicadas sino además extraer mayor información de las estadísticas pesqueras y realizar análisis retrospectivos que evidencien variaciones en el estado de las poblaciones de este recurso. En correspondencia, sería posible inferir cambios en el hábitat tanto en la escala temporal como en la espacial, pues la condición nutricional de las langostas se encuentra en estrecha relación con la disponibilidad de alimento, es decir, con el estado de las comunidades bentónicas de aquellos organismos que integran su dieta (Díaz-Arredondo y Guzmán del Próo, 1995; Lozano-Álvarez y Aramoni-Serrano, 1996).

A pesar de que varios autores han expresado que la relación peso-largo en langostas no se ve afectada por períodos de hambruna (Dall, 1974; Briones-Fourzán *et al.*, 2009), o no responde tan rápidamente como otros índices (Oliver y MacDiarmid, 2001; Behrin-

ger y Butler, 2006), aún es con frecuencia utilizada, pues presenta la ventaja de ser un método rápido que no requiere de un elevado desarrollo tecnológico para su aplicación. Es además un método no destructivo que puede ejecutarse directamente en evaluaciones de campo (Behringer y Butler, 2006; Briones-Fourzán *et al.*, 2009). También ha sido sugerido que puede aplicarse en todo momento del ciclo de vida de las langostas, pues no es sensible al período de muda ya que los espacios correspondientes a la futura masa muscular son rellenados con agua, no siendo afectado significativamente el peso de los organismos (Oliver y MacDiarmid, 2001).

CONCLUSIÓN

El índice KLT puede utilizarse como indicador eficaz de la condición nutricional de las langostas. Si se carece de mediciones de LT pueden utilizarse los índices KLA y KLC, pero la confiabilidad de estas medidas es respectivamente menor en referencia a su eficiencia como exponentes de la verdadera condición nutricional de los organismos.

La ecuación de regresión LT/LC modelada es característica para cada sexo, y puede utilizarse para estimar el LT de los ejemplares cuando se cuente con registros *in situ* sólo de LC. Sin embargo, según lo constatado en este estudio, tal estimación se recomienda sólo cuando se trabaja con langostas muestreadas el mismo año y preferentemente en la misma zona de la cual se tomaron las muestras para modelar la ecuación.

BIBLIOGRAFÍA

- Baisre, J.A. 2000. The Cuban spiny lobster fishery. In: Phillips, B.F., Cobb, J.S. and Kittaka, J. (Eds.), Spiny Lobsters Fisheries and Culture (pp.135-154). London, Fishing News Books.
- Behringer, D.C. and Butler, M.J. 2006. Density-dependent population dynamics in juvenile *Panulirus argus* (Latreille): the impact of artificial density enhancement. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 334, 84-95.
- Briones-Fourzán, P.; Baeza-Martínez, K. and Lozano-Álvarez, E. 2009. Nutritional indices of juvenile Caribbean spiny lobsters in a Mexican reef lagoon: Are changes over a 10-year span related to the emergence of *Panulirus argus* Virus 1 (PaV1)? J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 370, 82-88.
- Cruz, R. 2002. Manual de métodos de muestreo para la evaluación de las poblaciones de la langosta espinosa. FAO Doc. Téc. de Pesca. 399, 43pp.
- Cruz, R.; Díaz, E.; Báez, M. and Adriano, R. 2001. Variability in recruitment of multiple life stages of the Caribbean spiny lobster, *Panulirus argus*, in the Gulf of Batabanó, Cuba. Mar. Freshwater Res. 52, 1263-1270.
- Cruz, R.; Baisre, J.A.; Díaz, E.; Brito, R.; Blanco, W.; García, C. y Carrodegua C. 1990. Atlas Biológico-Pesquero de la Langosta en el archipiélago Cubano. Pub. Esp. Rev. Cuba. Inv. Pesq. y Rev. Mar y Pesca. 125 pp.
- Dall, W. 1974. Indices of nutritional state in the western rock lobster *Panulirus longipes* (Milne Edwards). I. Blood and tissue constituents and water content. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 16, 167-180.
- Díaz-Arredondo, M.A. y Guzmán del Prío, S.A. 1995. Hábitos alimentarios de la langosta roja (*Panulirus interruptus* Randall, 1840) en Bahía Tortugas, Baja California Sur. Ciencias Marinas, 21(4), 430-462.
- Lozano-Álvarez, E. y Aramoni-Serrano, G. 1996. Alimentación y estado nutricional de las langostas *Panulirus inflatus* y *Panulirus gracilis* (Decapoda: Palinuridae) en Guerrero, México. Rev. Biol. Trop. 44(3)/45(1), 543-461.
- Moore, L.E.; Smith, D.M. and Loneragan, N.R. 2000. Blood refractive index and whole body lipid content as indicators of nutritional condition for penaeid prawns (Decapoda: Penaeidae). J. Exp. Mar. Biol. Ecol., 244, 131-143.
- Oliver, M.D. and MacDiarmid, A.B. 2001. Blood refractive index and ratio of weight to carapace length as indices of nutritional condition in juvenile rock lobsters (*Jasus edwardsii*). Mar. Freshwater Res., 52, 1395-4000.
- Pauly, D. 1979. Theory and management of tropical multispecies stocks: a review with emphasis on the Southeast Asian demersal fisheries. ICLARM Stud. Rev., 1, 1-35.
- 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. <http://iodeweb1.vliz.be/odin/handle/1834/1543>.
- Puga, R. y de León, M. E. 2003. La pesquería de la langosta en Cuba. In: Report of the Second Workshop on the Management of Caribbean Spiny Lobster Fisheries in the WECAF Area. FAO Fisheries Report, 715, 85-91.
- Puga, R.; Piñeiro, R.; Capetillo, N.; de León, M.E. y Cobas, S. 2009. Caso de estudio 2: Estado de la pesquería de la langosta espinosa (*Panulirus argus*) y su relación con factores ambientales y antrópicos en Cuba. En: Hernández A. Evaluación de las posibles afectaciones del cambio

climático a la biodiversidad marina y costera de Cuba. ISBN: 978-959-298-017-4. <http://www.red-ciencia.cu>.

Robertson, D.N.; Butler, M.J. and Dobbs, F.C. 2000. An evaluation of lipid and morphometric based indices of nutritional condition for early benthic stage of spiny lobsters *Panulirus argus*. Mar. and Freshw. Behav. Phy., 33, 161-171.

Sparre, P. y Venema, S.C. 1995. Introducción a la evaluación de los recursos pesqueros tropicales. Parte 1-Manual. FAO Documento Técnico de Pesca. 306/1 Rev 1, 440 pp.

StatSoft, Inc. 2001. STATISTICA (data analysis software system), versión 6.

Forma correcta de citar este trabajo:

Lopeztegui-Castillo, A.; Capetillo-Piñar, N. y Betanzos-Vega, A. 2010. Consideraciones metodológicas para la determinación del estado nutricional de la langosta *Panulirus argus* (Latreille, 1804) mediante relaciones largo-peso, en Cuba. U. Tecnociencia 4 (2) 41 - 53.