

## Selección de método para determinar la condición nutricional en la langosta *Panulirus argus* (Decapoda: Palinuridae) en Cuba

### Methodology selection for determining nutritional condition in lobsters *Panulirus argus* (Decapoda: Palinuridae) in Cuba

Alexander Lopeztegui Castillo\* y Ulises Amador Marrero

Centro de Investigaciones Pesqueras (CIP). Santa Fe, Playa, La Habana, Cuba. \*Correo electrónico: sasha@cip.alinet.cu

#### RESUMEN

El objetivo de este estudio fue determinar, mediante el análisis comparativo de los resultados, la metodología no destructiva más adecuada para estimar la condición nutricional de la langosta *Panulirus argus* en Cuba. Los indicadores evaluados fueron: índice de refracción de la hemolinfa (IRH) y cuatro expresiones de la relación peso total-largo (KLt, KLc, KLc<sup>3</sup> y Klog). Las muestras se tomaron de las capturas comerciales de dos zonas: Golfo de Batabanó y Archipiélago Sabana-Camagüey. Los indicadores calculados fueron correlacionados entre sí y con el peso total (Pt) mediante el coeficiente de Spearman, y fueron comparados entre zonas y sexos mediante la prueba Kruskal-Wallis. Se efectuó además la regresión de cada indicador respecto al Pt. El IRH presentó la menor asociación y dependencia con el Pt, y parece reflejar mejor la condición nutricional al momento del muestreo. Los indicadores Klog y KLc<sup>3</sup> tuvieron bajas correlaciones y regresiones, y presentaron resultados ambiguos al comparar entre zonas y sexos. El estimador KLt resultó el más adecuado por la alta correlación y regresión con el Pt, seguido por KLc. La mayoría de los indicadores mostraron una condición nutricional mayor en el golfo, área sometida a menor impacto antrópico y con mejor estado de los pastos marinos y las comunidades zoobentónicas asociadas, que constituyen alimento potencial para las langostas. En ambas zonas los indicadores morfométricos (KLt, KLc, KLc<sup>3</sup> y Klog) mostraron mayor condición nutricional en los machos. El estimador IRH no detectó diferencias entre sexos por lo que éstas pudieran deberse al dimorfismo sexual.

**Palabras clave:** estado nutricional, metodología no destructiva, langosta, *Panulirus argus*.

#### ABSTRACT

The aim of this study was to determine which nondestructive methodology is more adequate for estimating nutritional state of the lobsters *Panulirus argus* in Cuba. The indicators evaluated were Blood Refractive Index (BRI) and four different expressions of the total weight-length rate (KLt, KLc, KLc<sup>3</sup> and Klog). The analyzed commercial lobsters came from two areas: Gulf of Batabano and Archipelago Sabana-Camagüey. The Spearman Coefficient correlated the calculated indicators among them. In addition, those indicators were compared between zones and sexes applying the Kruskal-Wallis test. Regression analysis were applied among each indicator and the total weight (Pt). The BRI presented the smallest association and dependence with Pt, it seems to be more related with changes on animals at sampling moment. Klog and KLc<sup>3</sup> did not have a high value of correlation or regression and shown ambiguous result when comparing between sex and zone. Based on the high correlation and regression coefficients with Pt, the most appropriate indicator was KLt; followed by KLc. Most of the indicators showed that nutritional condition was significantly greater for lobsters in the gulf. The anthropogenic impact is lower in this area and then the seagrasses could have a better state, likewise the benthic communities (that constitute potential food for lobsters). Most of the morphometric indicators detected significant differences between sexes, being the greater value for males. On the contrary, the analytic index BRI did not detect these differences, which could be due to the sexual dimorphism that exists in this species.

**Key words:** nutritional status, nondestructive methodology, lobster, *Panulirus argus*.

## INTRODUCCIÓN

La langosta espinosa *Panulirus argus* (Latreille 1804) es económicamente el recurso pesquero más importante para Cuba. La condición o estado nutricional de estos crustáceos es el resultado del balance entre la energía que se ingiere y la energía que se gasta (Watts 2012), reflejando el grado en que los ejemplares han acumulado las sustancias de reserva que les permiten un normal desarrollo de las funciones fisiológicas y el crecimiento (Moore *et al.*, 2000). Esta condición depende fundamentalmente de la disponibilidad de alimento y de la calidad del mismo (Lozano-Álvarez y Aramoni-Serrano 1996), factores que al menos en parte condicionan la abundancia y distribución de las langostas. Además, con una pobre condición nutricional se pueden ver afectadas la supervivencia, fecundidad, frecuencia de muda, tasa de crecimiento y hasta la conducta de estos animales (Thomas *et al.*, 2003, Wahle y Fogarty 2006).

Los indicadores más frecuentemente utilizados para estimar la condición nutricional pueden separarse en analíticos y morfométricos (Briones-Fourzán *et al.*, 2009). Los analíticos miden las variaciones de los compuestos metabólicos en diferentes tejidos (Musgrove 2001) e incluso cambios en el índice de refracción de la hemolinfa, el cual es directamente proporcional a la concentración de proteínas (Oliver y MacDiarmid 2001, Behringer y Butler 2006). El otro grupo de indicadores se basa en las relaciones morfométricas existentes entre distintas partes del cuerpo e incluso órganos como el hepatopáncreas (Castañeda *et al.*, 2005, Briones-Fourzán *et al.*, 2009); involucra por tanto a distintos estimadores de talla y peso (Oliver y MacDiarmid 2001, Behringer y Butler 2006, Briones-Fourzán *et al.*, 2009, Lopeztegui *et al.*, 2010).

Muchos de los métodos analíticos se encarecen pues requieren de laboratorios, equipamiento, y análisis complicados; además de un mayor tiempo de procesamiento. Los métodos morfométricos suelen ser más simples, rápidos y menos costosos. Otra característica a tener en cuenta para seleccionar la metodología a seguir, es que algunos de los indicadores tanto analíticos como morfométricos requieren de la destrucción de los ejemplares. Esto muchas veces no es

deseable en la acuicultura o durante el trabajo con poblaciones pequeñas (Oliver y MacDiarmid 2001). En el presente estudio tampoco es factible el uso de métodos destructivos pues los individuos son tomados de las capturas comerciales, por lo que un elevado número de ejemplares de muestra traería consigo pérdidas económicas. Por tanto, el objetivo de este estudio es evaluar el uso de diferentes metodologías no destructivas para la determinación de la condición nutricional de langostas *P. argus*, en dos zonas de la plataforma cubana de pesca.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Área de estudio

El estudio se realizó en el Golfo de Batabanó (G.B.), plataforma Suroccidental de Cuba, y en parte del Archipiélago Sabana-Camagüey (A.S.C.), plataforma Norcentral. En el G.B. se muestrearon ejemplares provenientes de seis subzonas (Quita Sol afuera, El Guayabo, Norte de Punta Arena, Norte de Cayo Matías, Sur de El Cabezo y Noreste de El Cabezo). En el A.S.C. se trabajó en dos subzonas: Panchita y Carahatas (Figura 1).

El Golfo de Batabanó es una plataforma de agua poco profunda (6m promedio), donde concurren dos ecosistemas principales: arrecifes coralinos y pastos marinos (Cerdeira-Estrada *et al.*, 2008). Los arrecifes se desarrollan fundamentalmente hacia los bordes de la plataforma y los pastos marinos en aguas interiores, donde los fondos son fango-arenosos, areno-fangosos o arenosos. En la plataforma Norcentral (A.S.C.), están representados todos los hábitats característicos de aguas marinas poco profundas. Es una zona donde el potencial turístico ha traído consigo la construcción de hoteles y obras hidrotécnicas que, junto a los elevados niveles de represamiento, han afectado en mayor o menor medida a los ecosistemas marinos.

### Colecta de ejemplares

Los ejemplares fueron tomados de las capturas comerciales en el mes de septiembre del 2011. En A.S.C. se muestrearon 138 individuos (24 de Carahatas y 114 de diferentes áreas de Panchita). En el G.B. se registraron 25 ejemplares por cada subzona teniendo un total de muestra de

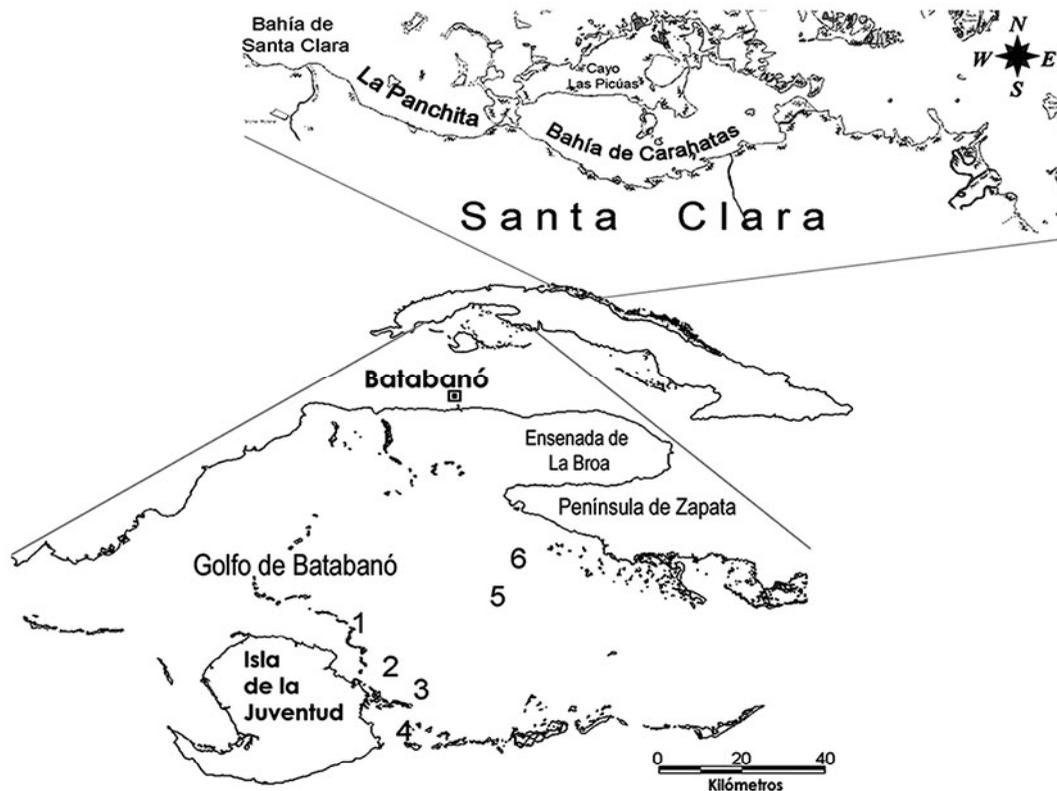


Figura 1. Ubicación geográfica de las dos regiones de estudio: Golfo de Batabanó y Archipiélago Sabana-Camagüey, y las respectivas subzonas muestreadas en cada región. 1: Quita Sol afuera, 2: El Guayabo, 3: Norte de Punta Arena, 4: Norte de Cayo Matías, 5: Sur de El Cabezo, 6: Noreste de El Cabezo.

150 individuos. A cada langosta se le determinó *in situ* el peso total (Pt) utilizando una balanza técnica ( $\pm 1g$ ); además se le midió la longitud del cefalotórax (Lc) con un medidor vernier ( $\pm 1mm$ ) y la longitud total (Lt) con una cinta métrica ( $\pm 1mm$ ) según lo referido por Lopeztegui *et al.* (2010).

La condición nutricional se estimó mediante cinco metodologías: 1-)  $K_{Lc}$ , calculada a partir de la relación Pt/Lc (Oliver y MacDiarmid 2001); 2-)  $K_{Lt}$ , calculada mediante la relación Pt/Lt (Lopeztegui *et al.*, 2010); 3-)  $K_{log}$ , computada según la fórmula  $K_{log} = 10\ 000 * \log Pt / \log Lc^3$  (Díaz-Arredondo y Guzmán-del-Próo 1995); 4-)  $K_{Lc^3}$ , calculada según la relación  $Lc^3/Pt$  (Watts 2012); y 5-) la medición del Índice de Refracción de la Hemolinfa (IRH), que refleja la concentración de proteínas en el suero sanguíneo (Stewart y Li 1969, Moore *et al.*, 2000).

La extracción de la hemolinfa para la determinación del IRH se realizó del seno pericárdico de las

langostas, utilizando jeringas de 3 ml (Behringer y Butler 2006). Inmediatamente después de extraída la hemolinfa se puso en un refractómetro de mano para suero sanguíneo modelo Fisher Brix (0-50%) con el cual se determinó el IRH a temperatura ambiente. Además se determinó el sexo y el estadio de muda (intermuda, premuda y postmuda) de cada langosta según los criterios de Cruz (2002). Debido a que el IRH varía con los estadios de muda, para el empleo del mismo sólo se tuvieron en cuenta los individuos en intermuda (Oliver y MacDiarmid 2001).

### Procesamiento estadístico

Se utilizó la prueba de Shapiro-Wilk's (W) para determinar la normalidad de los datos analizados, la cual fue rechazada para todas las variables. Por esta razón se aplicó estadística no paramétrica y se calculó el coeficiente de correlación de Spearman (r). Todos los

indicadores nutricionales fueron correlacionados entre sí y con el Pt (Oliver y MacDiarmid 2001), y los coeficientes de correlación obtenidos con el Pt, fueron comparados por pares de valores mediante la prueba de las diferencias. Se realizaron además regresiones lineales simples entre cada indicador y el Pt (utilizado siempre como variable independiente). La prueba de Kruskal-Wallis se utilizó para comparar cada indicador nutricional entre zonas y sexos. Todos los análisis se realizaron con significación  $\alpha=0,05$ , utilizando *STATISTICA* 6.0.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Todas las correlaciones realizadas entre los indicadores y el Pt resultaron significativas. Los valores más elevados de correlación se presentaron entre Pt-KLt seguido por Pt-KLc. Después, en orden decreciente de magnitud, sigue la única correlación negativa entre las

realizadas con el Pt en ambas zonas (Pt-Klog), luego la correlación Pt-KLc<sup>3</sup> y por último los valores más bajos se obtuvieron en la correlación Pt-IRH. Estas correlaciones presentaron ese orden para ambas zonas. Al correlacionar los indicadores entre sí, el único resultado no significativo se obtuvo para la región del G.B. en la relación IRH-Klog, que fue además la de menor valor en esta zona. El valor más elevado se obtuvo para KLt-KLc en las dos zonas. El menor valor de correlación para el A.S.C., se obtuvo entre IRH-KLc. Las restantes asociaciones no siguen un patrón similar entre zonas (Cuadro 1).

Al comparar los coeficientes de correlación entre el peso total y los indicadores de condición nutricional calculados, se encontraron diferencias significativas en todos los casos excepto para el A.S.C. entre el coeficiente de correlación del KLt con el Pt y el coeficiente de correlación del KLc con el Pt (Cuadro 2).

Cuadro 1. Correlación de Spearman realizada entre el Pt y todos indicadores nutricionales, y entre estos últimos; para el Golfo de Batabanó y el Archipiélago Sabana Camagüey.

	G.B.	A.S.C.
Pt-IRH	0,2428*	-0,2005*
Pt-KLt	0,9927*	0,9936*
Pt-KLc	0,9831*	0,9926*
Pt-KLc <sup>3</sup>	0,4559*	0,4180*
Pt-Klog	-0,8196*	-0,8864*
IRH-KLt	0,2701*	-0,1977*
IRH-KLc	0,2749*	-0,1752*
IRH-KLc <sup>3</sup>	-0,1796*	-0,3344*
IRH-Klog	-0,0244	0,2954*
KLt-KLc	0,9843*	0,9879*
KLt-KLc <sup>3</sup>	0,4359*	0,4186*
KLt-Klog	-0,8036*	-0,8827*
KLc-KLc <sup>3</sup>	0,3355*	0,3254*
KLc-Klog	-0,7340*	-0,8342*
KLc <sup>3</sup> -Klog	-0,8451*	-0,7701*

\*coeficiente de correlación (r) significativo (P<0,05).

El coeficiente de regresión calculado entre el Pt y los diferentes indicadores fue significativo en todos los casos excepto para Pt-KLc<sup>3</sup> en el golfo. Las regresiones más altas se presentaron entre Pt-KLt seguido por Pt-KLc, Pt-IRH, Pt-Klog y por último Pt-KLc<sup>3</sup> para ambas zonas (Cuadro 3).

La comparación entre zonas, realizada para cada uno de los estimadores de condición nutricional calculados, mostró que sólo KLc<sup>3</sup> no presentó diferencias significativas. El estado

nutricional fue mayor en las langostas del G.B. según la mayoría de los índices (IRH, KLt, KLc) y sólo el Klog presentó un valor mayor para el A.S.C. (Figura 2).

Al comparar entre sexos sólo el IRH no detectó diferencias significativas. Excepto Klog, los indicadores morfométricos (KLt, KLc, KLc<sup>3</sup>) muestran una condición nutricional mayor para los machos (Figura 3).

Cuadro 2. Prueba de las diferencias realizada a pares, entre los de valores de correlación de los indicadores con el Pt, para el Golfo de Batabanó y el Archipiélago Sabana Camagüey.

	G.B.	A.S.C.
IRH-KLt	*P< 0,001	*P< 0,001
IRH-KLc	*P< 0,001	*P< 0,001
IRH-KLc <sup>3</sup>	*P=0,031	*P=0,045
IRH-Klog	*P< 0,001	*P< 0,001
KLt-KLc	*P=0,003	P=0,988
KLt-KLc <sup>3</sup>	*P< 0,001	*P< 0,001
KLt-Klog	*P< 0,001	*P< 0,001
KLc-KLc <sup>3</sup>	*P< 0,001	*P< 0,001
KLc-Klog	*P< 0,001	*P< 0,001
KLc <sup>3</sup> -Klog	*P< 0,001	*P< 0,001

\*Diferencias significativas, P<0,05.

Cuadro 3. Coeficiente de regresión (R<sup>2</sup>) entre el peso total de las langostas y los indicadores nutricionales para el Golfo de Batabanó y el Archipiélago Sabana Camagüey.

	G.B.	A.S.C.
Pt-IRH	0,2208*	0,2584*
Pt-KLt	0,9878*	0,9936*
Pt-KLc	0,9729*	0,9914*
Pt-KLc <sup>3</sup>	0,0668	0,4549*
Pt-Klog	0,7157*	0,8884*

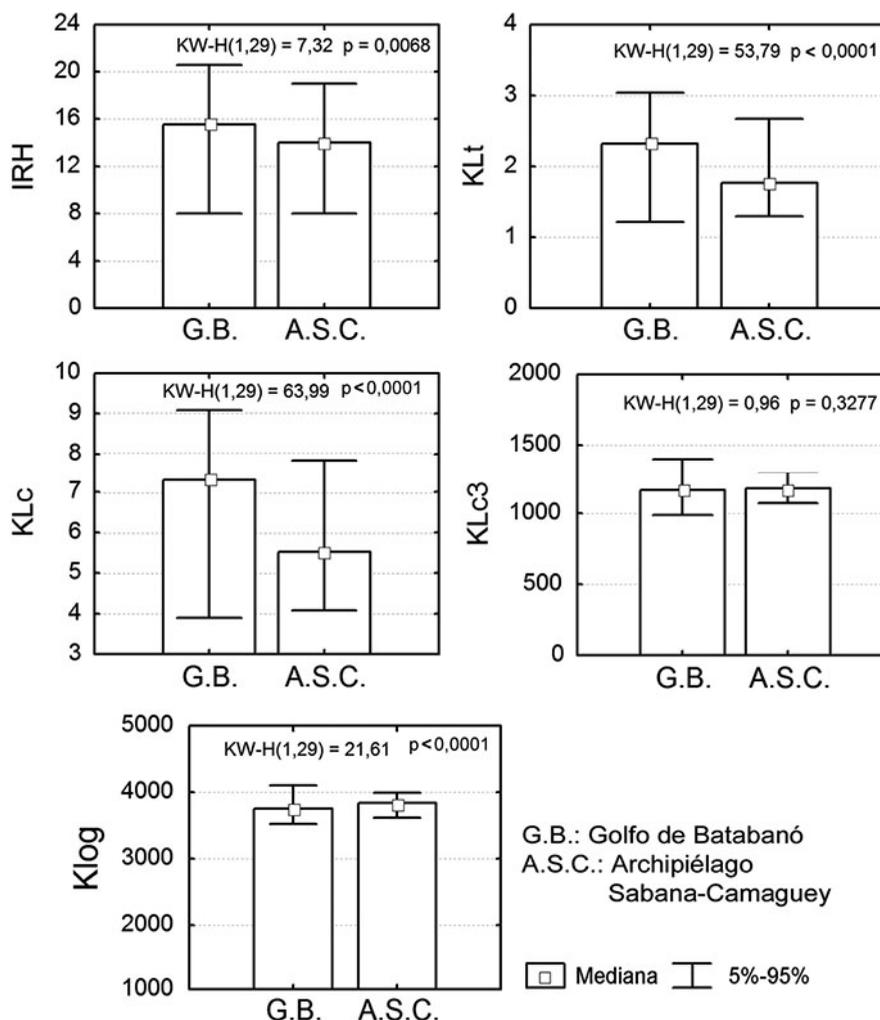


Figura 2. Comparación por zonas de los diferentes indicadores de la condición nutricional calculados para *P. argus* en Cuba.

El índice de condición nutricional que mayor asociación presentó con el Pt (correlaciones superiores al 99% en ambas zonas) fue el KLt. Estos resultados se corresponden con los obtenidos por Lopeztegui *et al.* (2010) y sugieren que, a pesar de que la medición de la longitud cefalotorácica (Lc) es más exacta y precisa, el KLt parece ser el indicador morfométrico que mejor estima la condición nutricional de *P. argus* en Cuba, lo cual pudiera deberse a que el Lt refleja mejor el crecimiento neto de los animales.

El KLC fue el segundo estimador que presentó las mejores correlaciones con el Pt en ambas zonas (más de un 99% para el A.S.C. y más de un 98% para el G.B.) y presentó la

correlación más elevada con el KLt (más del 98% para ambas zonas). Mediante la prueba de las diferencias, al menos en A.S.C. no se detectaron diferencias significativas entre el coeficiente de correlación KLt-PT y KLC-PT. Esto último pudiera deberse a que en realidad KLt y KLC son medidas muy similares y ambas expresan en la misma medida las variaciones en el estado nutricional, pero también pudiera ser que la representatividad de la muestra sea influyente. En Batabanó se registraron datos de seis subzonas (150 individuos), mientras que en el A.S.C. se muestrearon sólo dos subzonas (138 individuos). De cualquier modo, los resultados obtenidos indican que KLC es el sustituto idóneo

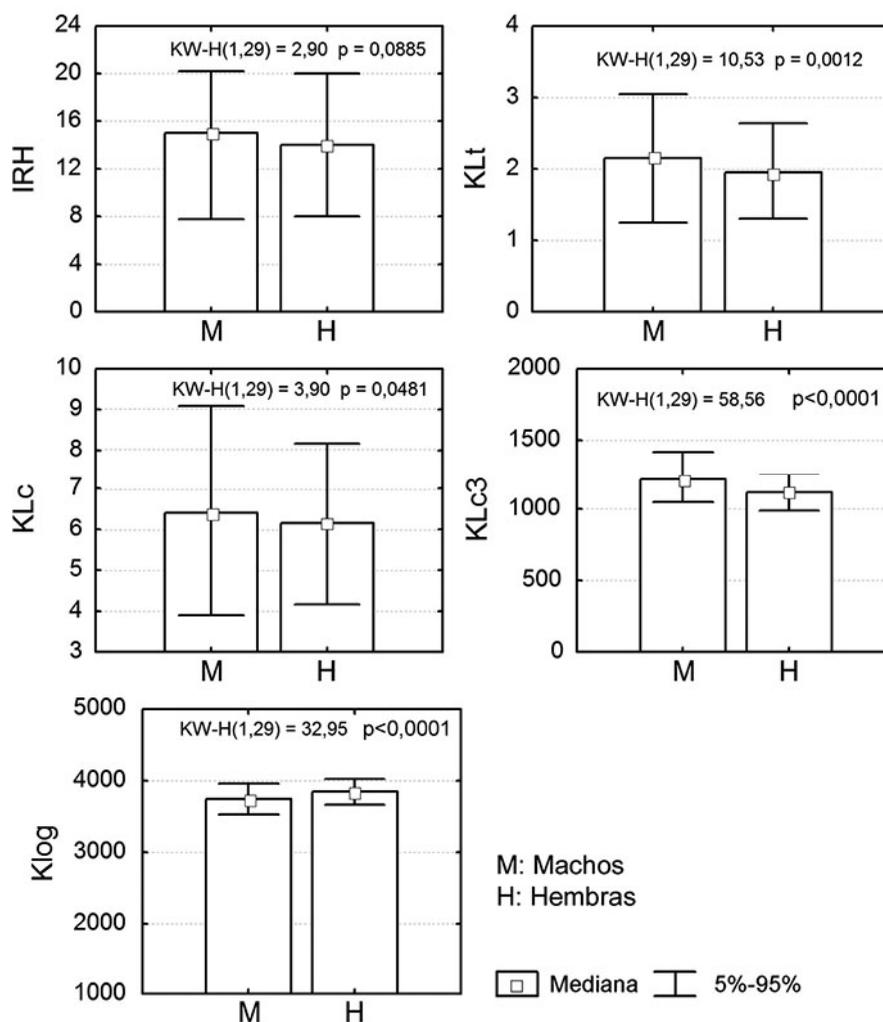


Figura 3. Comparación por sexos de los diferentes indicadores de condición nutricional en langostas *P. argus*.

para estimar la condición nutricional en caso de no poder calcular KLt.

El Klog ha sido utilizado anteriormente para estudiar la condición nutricional de *Panulirus interruptus* en el Pacífico mexicano (Díaz-Arredondo y Guzmán-del-Próo 1995). Al comparar los resultados obtenidos en ambos estudios, se observó que los valores promedio de Klog en el presente trabajo (Klog=3825 para A.S.C. y Klog=3753 para G.B.), se asemejan a los obtenidos por estos autores durante la estación de verano (Klog=3860), lo cual tiene correspondencia temporal con los muestreos realizados en este trabajo. A pesar de estas similitudes, el Klog no presentó valores de correlación con el Pt (89% y 82% para el A.S.C.

y el G.B. respectivamente) tan elevados como el KLt y KLC, lo que pudiera deberse a las diferencias morfométricas entre especies.

De los estimadores K calculados, el de menor correlación con el Pt es el KLC<sup>3</sup> (menos del 50% de correlación). Esto pudiera deberse a que es un índice que ha sido empleado para estimar la condición nutricional de *Neprhops norvegicus* (Watts 2012), especie que presenta numerosas diferencias morfológicas respecto a *P. argus*. Más que influir en el nivel de asociación entre KLC<sup>3</sup> y Pt, estas diferencias pudieran explicar que los valores de KLC<sup>3</sup> obtenidos por dicho autor son mucho mayores que los obtenidos en el presente estudio. La especie *N. norvegicus* es una langosta con pinzas, las cuales fueron

retiradas para estimar la condición nutricional. Estos hechos sugieren que el índice en cuestión no es recomendado para estimar la condición nutricional de *P. argus* en Cuba, y quizás tampoco en otros países, pues su aplicación implica diferencias metodológicas sustanciales. En G.B., la regresión entre  $KLc^3$  y Pt fue la única que resultó no significativa, lo que pudiera deberse a la baja asociación entre estas variables e incluso a que, en el caso de *P. argus*, las variaciones significativas en la relación  $Lc^3/Pt$  no quedan condicionadas fundamentalmente por los cambios en el Pt de los ejemplares.

El IRH presentó la menor correlación con el Pt (menos de 24% en ambas zonas). Este resultado se debe a que dicho índice responde a variaciones rápidas de la condición fisiológica de los animales independientemente del peso de los mismos. Es decir, el IRH refleja el estado nutricional de las langostas sólo en el momento de la captura. Debe recordarse que este estimador varía a corto plazo dependiendo mayormente de los procesos de alimentación reciente y el estado de muda (Oliver y MacDiarmid, 2001).

Al igual que en las correlaciones, el valor más elevado del coeficiente de regresión (alrededor de 99%) se obtuvo entre  $KLt$  y Pt, para ambas zonas. El segundo indicador con mejores regresiones resultó nuevamente el  $KLc$ ; lo que confirma que, en caso de no poder calcular  $KLt$ , el  $KLc$  podría utilizarse confiablemente como estimador de condición nutricional. EL comportamiento de los demás indicadores también siguió el patrón de las correlaciones:  $Klog$ ,  $KLc^3$  y por último el IRH.

El hecho de que la tendencia general de las comparaciones y regresiones realizadas se haya verificado en ambas zonas, es un elemento que aumenta la certidumbre de los resultados alcanzados. Los índices morfométricos al parecer más robustos ( $KLt$  y  $KLc$ ) y el IRH, resultaron significativamente mayores para el G.B., zona expuesta a un menor impacto antrópico y por tanto con mejores condiciones de hábitat. El A.S.C. es más estrecho, de menor profundidad y presenta un menor intercambio con el océano por los numerosos cayos que lo bordean (Puga *et al.*, 2009). Factores como el represado y la canalización de los ríos, y la influencia de eventos climáticos extremos, tienen

entonces más impacto en esta área que además está siendo objeto de un acelerado desarrollo turístico, con la construcción de numerosas obras hidrotécnicas (como pedraplenes o viaductos) que limitan aún más el intercambio de agua y los procesos de depuración de contaminantes.

Los pedraplenes modifican el sistema natural de circulación del agua, lo cual unido al pobre intercambio natural con el mar abierto, provocan en conjunto niveles de salinidad elevados para este tipo de ecosistema (Claro *et al.*, 2001). El aumento de la salinidad puede traer como consecuencia la disminución del número de especies del megazoobentos que constituyen un alimento potencial para las langostas (Alcolado *et al.*, 1999), y por tanto, podría verse disminuida la condición nutricional general de las langostas de esta zona debido a la menor disponibilidad de alimento. Según Lorenzon *et al.* (2011), el IRH es un estimador que puede variar con la salinidad, por lo que su menor valor en el A.S.C. pudiera estar vinculado a la mayor salinidad existente en el mismo.

En el G.B. el represamiento de los ríos tiene un menor impacto pues, entre otros factores, no existen grandes fuentes contaminantes ni pedraplenes que obstruyan el flujo del agua (Puga *et al.*, 2009), por lo cual los pastos marinos pueden estar menos afectados. Según Cerdeira-Estrada *et al.* (2008), en el G.B. los pastos ocupan un área aproximada de 13,818 km<sup>2</sup> (64,85% del área total). Esto pudiera explicar que exista una mejor condición nutricional para las langostas de esta área, ya que la misma depende de la disponibilidad de alimento, es decir, del buen estado de las comunidades bentónicas que se conforman en parte por aquellos organismos que integran la dieta de las langostas. Dichas comunidades se establecen, en el caso de la plataforma cubana de pesca, mayormente en los pastos marinos.

El  $KLc^3$  no mostró diferencias significativas entre zonas, lo cual debe estar dado por las diferencias metodológicas antes planteadas. El hecho de que  $Klog$  (mayor en A.S.C. que en G.B.) muestre resultados contrarios a los inferidos a partir de  $KLt$  y  $KLc$ , proporciona una idea de su ineficacia para estimar estado nutricional en *P. argus*.

Mediante la mayoría de los indicadores morfométricos ( $KLt$ ,  $KLc$  y  $KLc^3$ ) se detectó que la

condición nutricional es significativamente mayor en los machos. Estos resultados corroboran lo obtenido por Lopeztegui *et al.* (2011) y se explican en parte por el dimorfismo sexual, ya que como característica natural de esta especie, la proporción largo del cefalotórax/largo abdominal es ligeramente mayor en los machos. Los resultados contradictorios obtenidos mediante Klog (condición nutricional mayor en las hembras), pueden deberse a que este pudiera no ser un indicador adecuado para aplicarse en *P. argus*.

El indicador analítico IRH, que no tiene en cuenta las características morfométricas, no detectó diferencias entre sexos. Oliver y MacDiarmid (2001) tampoco encontraron diferencias entre sexos al comparar el IRH en *J. edwardsii*. Además, Briones-Fourzán *et al.* (2009), mediante la utilización del peso relativo del hepatopancreas (PRH), un indicador morfométrico que no depende del dimorfismo sexual, no encontraron diferencias entre sexos. Por lo tanto, las diferencias entre sexos encontradas mediante los indicadores morfométricos, pudieran en efecto, deberse al dimorfismo sexual, ya que sólo los indicadores que tienen en cuenta estas características, detectan dichas diferencias.

## CONCLUSIONES

De los indicadores analizados en este trabajo, el más adecuado para estimar la condición nutricional de la langosta *P. argus* es el KLt, debido a que presentó los más altos valores de correlación y regresión con el Pt. Este resultado podría ser aplicado en otras regiones o países en las que se pesque esta especie de langosta. El KLc es el mejor sustituto del KLt por sus altas correlaciones con el Pt y con el KLt.

El estimador Klog no presentó altos valores de correlación con el Pt y muestra resultados ambiguos al comparar entre zonas y sexos. El índice KLc<sup>3</sup> resultó el de menor correlación con el Pt y no detectó diferencias entre zonas aún cuando los restantes indicadores sí lo hicieron. Por tales razones, no se recomienda el uso de ninguno de estos indicadores para estimar la condición nutricional de langostas *P. argus*.

El IRH no tiene una elevada asociación con el Pt y no detecta diferencias entre sexos. Sin embargo, su uso pudiera ser adecuado para determinar la condición nutricional en un momento dado, lo cual pudiera ser al medir el efecto inmediato (diario o semanal) de diferentes dietas sobre un conjunto de ejemplares en cultivo.

La condición nutricional de las langostas es mayor en el Golfo de Batabanó que en el archipiélago Sabana-Camaguey, lo que pudiera estar relacionado con el deterioro de la calidad del hábitat en esta última región.

Según la mayoría de los indicadores morfométricos, la condición nutricional es mayor en los machos, no obstante, estas diferencias podrían ser consecuencia del empleo de metodologías que tienen en cuenta el dimorfismo sexual, ya que sólo tales indicadores las detectan.

## LITERATURA CITADA

- Alcolado, P. M., E. E. García y N. Espinosa. 1999. Protección de la biodiversidad y desarrollo sostenible en el Ecosistema Sabana-Camagüey. Proyecto GEEF/PNUD Sabana – Camagüey CUB/92/G31, CESYTA S. L., Madrid, 190 p.
- Behringer, D. C. and M. J. Butler. 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., K. Baeza-Martínez and E. Lozano-Álvarez. 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.
- Castañeda, V., E. Servièrre-Zaragoza, S. Hernández-Vázquez and M. J. Butler. 2005. Feeding ecology of juvenile spiny lobster, *Panulirus interruptus*, on the Pacific coast of Mexico. *N. Z. J. Mar. Freshw. Res.*, 39: 425-435.
- Cerdeira-Estrada, S., S. Lorenzo-Sánchez, A. Areces-Mallea y C. Martínez-Bayón. 2008.

- Cartografía de la distribución espacial de los hábitats bentónicos en el Golfo de Batabanó utilizando imágenes Landsat-7. *Cienc. Mar.*, 34(2): 213-222.
- Claro, R., J. P. García-Arteaga y F. Pina-Amargós. 2001. La ictiofauna de los fondos blandos del Archipiélago Sabana-Camagüey, Cuba. *Rev. Invest. Mar.*, 22(2):117-127.
- Cruz, R. 2002. Manual de métodos de muestreo para la evaluación de las poblaciones de la langosta espinosa. FAO Doc. Téc. de Pesca 399, 43 p.
- Díaz-Arredondo, M. Á. y S. A. Guzmán-del-Prío. 1995. Hábitos alimentarios de la langosta roja (*Panulirus interruptus* Randall, 1840) en la Bahía de Tortugas, Baja California del Sur. *Cienc. Mar.*, 21(4): 439-462.
- Lopeztegui, A., N. Capetillo N. y A. Betanzos. 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.
- Lopeztegui, A., N. Capetillo N. y A. Betanzos. 2011. Variaciones en la condición nutricional de langostas *Panulirus argus* (Decapoda: Palinuridae) en la región este del Golfo de Batabanó, Cuba. *Rev. Biol. Trop.*, 60(1): 263-271.
- Lorenzon, S., M. Martinis and E. A. Ferrero. 2011. Ecological Relevance of Hemolymph Total Protein Concentration in Seven Unrelated Crustacean Species from Different Habitats Measured Predictively by a Density-Salinity Refractometer. *J. Mar. Biol.*, 10: 1-7.
- Lozano-Álvarez, E. y G. Aramoni-Serrano. 1996. Alimentación y estado nutricional de las langostas *Panulirus inflatus* y *Panulirus gracilis* (Decapoda: Palinuridae) en Guerrero, México. *Rev. Biol. Trop.*, 45: 453-461.
- Moore, L. E., D. M. Smith and N. R. Loneragan. 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.
- Musgrove, R. J. B. 2001. Interactions between haemolymph chemistry and condition in the southern rock lobster, *Jasus edwardsii*. *Mar. Biol.*, 139: 891-899.
- Oliver, M. D. and A. B. MacDiarmid. 2001. Blood refractive index and ratio of weight to carapace length as indices of nutritional condition in juvenile rock lobsters (*Jasus edwardsii*). *Mar. Freshw. Res.*, 52: 1395-4000.
- Puga, R., R. Piñeiro, N. Capetillo, M. E. de León y S. Cobas. 2009. Caso de estudio No. 2: Estado de la pesquería de la langosta espinosa (*Panulirus argus*) y su relación con factores ambientales y antrópicos en Cuba. pp. 1-29, en A. Hernández (ed.). Evaluación de las posibles afectaciones del cambio climático a la biodiversidad marina y costera de Cuba. ISBN: 978-959-298-017-4.
- Stewart, J. E. and M. F. Li. 1969. A study of lobster (*Homarus americanus*) ecology using serum protein concentration as an index. *Can. J. Zoo.*, 47: 21-8.
- Thomas, C. W., C. G. Carter and B. J. Crear. 2003. Feed availability and its relationship to survival, growth, dominance and the agonistic behavior of the southern rock lobster, *Jasus edwardsii* in captivity. *Aquaculture*, 215: 45-65.
- Wahle, R. A. and M. J. Fogarty. 2006. Growth and development: understanding and modeling growth variability in lobsters. pp. 1-44, en B.F. Phillips (ed.). Lobsters: biology, management, aquaculture and fisheries. Blackwell, Oxford.
- Watts, A. J. R. 2012. Nutritional Status and Trophic Dynamics of the Norway Lobster *Nephrops norvegicus* (L.). Tesis de Doctorado. Instituto de Biodiversidad, Salud Animal y Medicina Comparativa. Glasgow, Escocia, 288 p.