

Potencial pesquero del pepino de mar *Isostichopus badionotus* (Selenka, 1867) al sur de Camagüey, Cuba

Catch potential of sea cucumber *Isostichopus badionotus* (Selenka, 1867) in the south of Camagüey, Cuba

Aracely Hernández-Betancourt,¹ Ridel Borroto Vejerano² y Rafael Puga Millán¹

¹ Centro de Investigaciones Pesqueras. Calle 246 No. 503 entre 5ta. Avenida y Mar, Municipio Playa, CP 19100, La Habana, Cuba, E-mail: yeyi@cip.alinet.cu

² Ministerio de la Industria Alimentaria (MINAL)

RESUMEN

Se determinaron el potencial pesquero (PP) y variables morfométricas del pepino de mar *Isostichopus badionotus* en seis sitios de Santa Cruz del Sur. Se realizaron comparaciones entre los resultados de densidades y pesos medios por sitios, para lo cual se aplicó la prueba de normalidad de Anderson-Darling, los valores de intervalos de confianza se calcularon con el programa PopTools 3.0 y se realizaron 50 000 simulaciones de Monte Carlo para las comparaciones entre los valores medios de las variables por sitios. Se evaluó la relación entre los largos totales medios y los pesos eviscerados medios por sitio mediante una regresión simple. Las densidades medias de pepino de mar variaron entre 0,93 pep/100 m² y 2,44 pep/100 m² y no mostraron diferencias entre los sitios. Las tallas entre 22 cm y 27 cm de largo total ventral (LT) fueron las más frecuentes. Solo se encontraron individuos con talla sublegal en dos sitios, en el resto todos los pepinos de mar superaron los 23 cm de LT. Los pesos eviscerados medios (Pe_s) variaron entre 227 g y 396 g. Se obtuvo diferencias entre los Pe_s de dos sitios ($p = 0,03$). Se obtuvo una relación débil entre la talla y el peso ($r = 0,17$; $p = 0,052$). El estimado total de PP en número de pepinos de mar fue de 1 317 732 individuos y en la biomasa pescable estimada total fue de 412,4 t.

Palabras clave: pepino de mar, biomasa, densidad, peso, talla.

ABSTRACT

The fishing potential (PP) of the sea cucumber *Isostichopus badionotus* and the resource state in six sites of Santa Cruz del Sur. Comparisons between the results of densities and average weights for sites were performed by the Anderson-Darling normality test, the values of confidence intervals were calculated using the Pop Tools 3.0 program and 50 000 Monte Carlo simulations were performed for comparisons between the mean values of the variables by sites. The length-weight relationships by site were evaluated by a simple linear regression analysis. The average densities of sea cucumber varied between 0,93 pep/100 m² and 2,44 pep/100 m² and showed no differences between sites. Sizes between 22 cm and 27 cm in total ventral length (LT) were the most abundant. Individuals with sublegal size were found in only two sites, while all other sea cucumbers exceeded 23 cm TL. Eviscerated weights (Pes) varied between 227 g and 396 g. Differences between Pes were only obtained in two sites ($p = 0,03$). A weak relationship between length and weight ($r = 0,17$, $p = 0,052$) was obtained. The total PP in number of sea cucumber was estimated in 1 317 732 and the total exploitable biomass was estimated in 412,4 t.

Keywords: sea cucumber, biomass, density, weight, length.

INTRODUCCIÓN

Cuba exporta pepino de mar *Isostichopus badionotus* hacia países asiáticos desde 1999 (Torral-Granda *et al.*, 2008). Las pesquerías de este recurso presentan regulaciones que se emiten por resolución del Ministerio de la Industria Alimentaria. En estas medidas se establecen, las cuotas de captura por zonas, la talla mínima

legal (TML), las dimensiones del bolso de colecta, la época de veda reproductiva y, por consiguiente, la de captura. Las cuotas de captura representan entre el 10 % y 25 % del potencial pesquero (PP) estimado para cada zona de pesca. La región suroriental de Cuba es donde más abunda esta especie y, por tanto, es donde se autoriza la mayor captura después de realizadas las evaluaciones del recurso (Alfonso *et al.*, 2004). En esta región opera la Unidad Empresarial de

Base (UEB) Santa Cruz del Sur de la empresa pesquera EPISUR, de Camagüey. En el presente estudio se determinan el potencial pesquero (PP) y variables morfométricas del pepino de mar *Isostichopus badionotus* en seis sitios de Santa Cruz del Sur.

MATERIALES Y MÉTODOS

La región marina de Santa Cruz del Sur abarca desde Cayo Junco (sureste de la provincia de Camagüey) hasta los cayos adyacentes a cayo Punta Arena (provincia de Ciego de Ávila). La profundidad varía entre 2 m y 20 m, usualmente menos de 10 m y los fondos son principalmente areno-fangosos con parches de fanerógamas.

Crucero de prospección

El muestreo se realizó durante las últimas dos semanas de mayo de 2013 en seis sitios al sur de Camagüey (Fig. 1).

Se realizaron un mínimo de cinco transeptos lineales por sitio, cuyas áreas representaron sumadas

más del 0,008 % del área del sitio correspondiente. Para cada transecto se registraron las coordenadas por GPS. Estos midieron 100 m de longitud utilizando una cuerda con lastre extendida en el lecho marino. Dos buzos colectaron todos los pepinos que se encontraban en una amplitud de 2-4 m a ambos lados de la cuerda, en dependencia de las condiciones de visibilidad. De esta forma los transeptos abarcaban un área entre 200 m² y 400 m². Los pepinos de mar capturados fueron depositados en un estanque con agua de mar en la embarcación durante al menos 10 min. Posteriormente se midió la longitud total ventral (LT) para clasificarlos en pepinos de mar que cumplen con la talla mínima legal (TML) y pepinos de mar de talla sublegal (TSL). La TML para esta zona es de 22 cm de LT. Se midieron un total de 133 individuos. Cada pepino de mar se abrió por la parte ventral y se le extrajo todo el contenido interior. Luego se procedió al pesaje del tegumento con una balanza analítica de precisión 0,1 g. Se registraron todos los pesos húmedos eviscerados (Pe) (excepto de los pepinos de mar que mostraron signos de estrés: pérdida parcial de la pared). Se calculó el peso eviscerado medio de los pepinos de mar adultos por sitio (Pe_s).



Fig. 1. Sitios evaluados de la región de pesca de Santa Cruz.

Cálculo de la densidad de pepinos de mar de TML por sitio

Para cada transecto se calculó la densidad según la fórmula:

$$D_t = pep/A_t$$

Donde:

D_t : densidad por transecto (pep/100 m²).

Pe_p : cantidad de pepinos de mar que cumplen con la TML en el transecto.

A_t : área del transecto (m²).

La densidad de cada sitio (D_s) se estimó promediando las D_t del propio sitio.

Estimación del potencial pesquero

El potencial pesquero se definió de dos formas:

- Número de pepinos.
- Biomasa pescable.

Se estimó el número de pepinos de mar por sitio según:

$$NP_s = D_s \cdot A_{tot}$$

Donde:

NP_s : número de pepinos de mar estimados para un sitio.

D_s : densidad media de pepinos de mar adultos (pep/100 m²).

A_{tot} : área total del sitio (m²).

La suma de los NP_s de cada sitio es el número de pepinos (NP_{total}) estimados para la región de pesca de EPISUR.

La biomasa pescable se calculó mediante la fórmula:

$$Biomasa\ pescable = D_s \cdot A_{tot} \cdot Pe_s$$

Procesamiento estadístico

Para los sitios en los que los IC de D_s y el Pe_s coincidían se realizó la prueba de normalidad de Anderson-Darling. Ninguno de los grupos de datos seguía una distribución normal ($p < 0,005$).

Teniendo en cuenta que los tamaños de muestra son pequeños y que las variables analizadas no seguían una distribución normal, se realizaron simulaciones de Monte Carlo para calcular intervalos de confianza y para comparaciones entre medias.

Se graficó la distribución de frecuencias con las D_s y Pe_s obtenidas y se realizaron 100 000 réplicas para calcular los intervalos de confianza (IC) con 95 % de probabilidad.

Se compararon las diferencias entre los sitios para la D_s y los Pe_s utilizando el tamaño de efecto de las diferencias, mediante la realización de 50 000 réplicas para las diferencias entre las medias de cada sitio. Se calculó la probabilidad (p) de encontrar diferencias mayores o iguales a la diferencia real entre los sitios para la D_s y el Pe_s .

Para comparar la longitud total ventral media por sitio (LT_s), en la cual los IC coincidían, se realizó el mismo procedimiento descrito anteriormente para el tamaño de efecto de las diferencias.

Se relacionaron el LT_s y Pe_s mediante una regresión simple. Previamente los datos de LT_s sufrieron la transformación de Johnson. Se realizó una regresión simple entre el número de pepinos y el peso eviscerado total (Pe_{total}) por transecto.

RESULTADOS

Los seis sitios prospectados representaron un área total de 100 km² y en todos se encontró pepino de mar *I. badionotus* (TABLA 1). Los sitios de mayor extensión son: Verraco-Tío Morando y Catauro, ambos representan el 50 % del área evaluada. El sitio de menor extensión fue Mal Abrigo con solo 2 km² pescable. El resto de los sitios presentan un área entre 14 km² y 19 km².

Las D_s variaron entre 0,93 pep/100 m² y 2,44 pep/100 m². Los sitios donde se encontraron una mayor densidad fueron Manatí-Angostura y Algodones. En el primero se obtuvo un promedio de 2,44 pep/100m², con

límites entre 0,75 pep/100 m² y 5,44 pep/100 m². En el segundo un promedio de 1,38 pep/100m² y límites entre 0,19 pep/100 m² y 3,19 pep/100m². Las densidades promedios del resto de los sitios se encontraron cercanas a 1,0 pep/100 m². Las densidades de todos los sitios no mostraron diferencias significativas entre sí ($p > 0,05$).

TABLA 1. Densidad promedio, límites de confianza inferior y superior ($\alpha = 0,05$) expresados en pepinos/100 m² y área en km² por sitio evaluado en Santa Cruz del Sur

Sitio	Densidad pep/100 m ²			Área (km ²)
	Prom.	Límite inf.	Límite sup.	
Manatí-Angostura	2,44	0,75	5,44	19
Verraco-Tío Morando	1,04	0,31	1,59	29
Tío Morando-La Bombilla	0,95	0,50	1,40	14
Catauro	0,93	0,68	1,18	21
Algodones	1,38	0,19	3,19	15
Mal abrigo	1,00	0,63	1,50	2

Se observaron individuos entre 15 cm y 33 cm de LT, con una media de 24,3 cm (Fig. 2). Los individuos de TSL representaron el 25,6 % del total. Las tallas entre 22 cm y 27 cm de LT fueron las más frecuentes. Los individuos que presentaron LT entre 28 cm y 33 cm se observaron en una frecuencia similar a los de TSL.

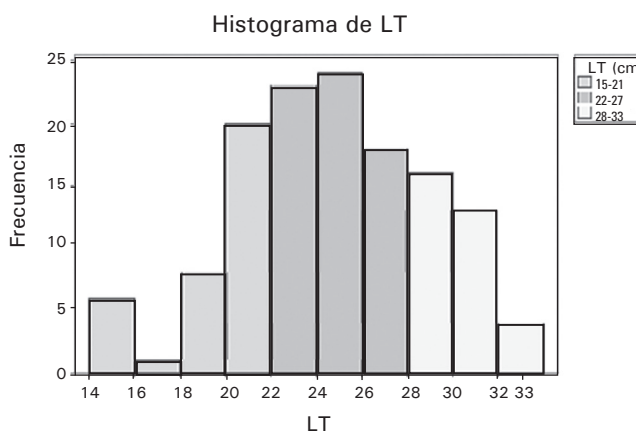


Fig. 2. Frecuencia de tallas del pepino de mar *I. badionotus*, en los sitios de pesca al sur de Camagüey, Cuba.

Solo se encontraron individuos con TSL en Manatí-Angostura y Tío Morando-La Bombilla, en el resto de los sitios todos los pepinos de mar superaron los 23 cm de LT (Fig. 3). La LT_s en Tío Morando-La Bombilla difiere significativamente con todos los sitios,

excepto con Manatí-Angostura ($p = 0,99$). En este último sitio la LT_s tiende a ser 1,5 cm menor y diferente significativamente del resto de los sitios, excepto con Verraco-Tío Morando. En Algodones la LT_s tiende a ser 2,8 cm mayor que en Verraco-Tío Morando y difieren significativamente ($p = 0,003$).

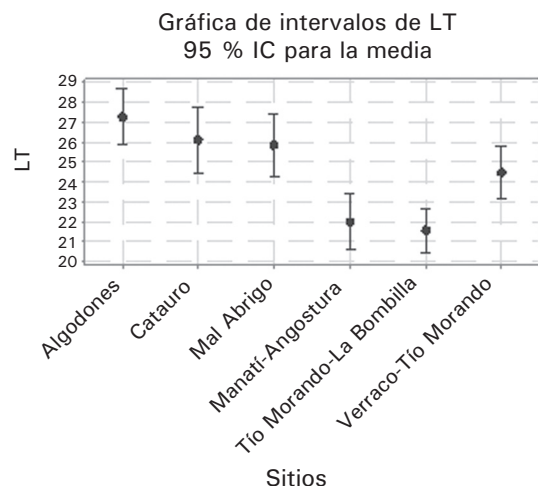


Fig. 3. Largos totales medios e intervalos de confianza por sitio de muestreo de pepino de mar *I. badionotus*, al sur de Camagüey, Cuba.

Los Pe_s variaron entre 227 g y 396 g. Solo se obtuvo diferencia entre los Pe_s de Algodones y Catauro ($p = 0,03$). Se encontró una relación débil entre la talla y el peso ($r = 0,17$; $p = 0,052$). El número de pepinos y el peso eviscerado total Pe_{total} por transecto presentan una relación fuerte y positiva ($r = 0,81$).

El número de pepinos de mar estimado para cada sitio varió entre 20 000 y 463 125, con un total de 1 317 732 (TABLA 2). La biomasa pescable estimada varió entre 5,3 t y 128,7 t, con un total de 412,4 t. Los sitios Manatí-Angostura y Verraco-Tío Morando presentaron los potenciales pesqueros mayores tanto en número de pepinos de mar como en biomasa pescable.

TABLA 2. Número de pepinos de mar (NP_s) y biomasa estimados para cada sitio evaluado en Santa Cruz del Sur

Sitio	NP_s	Biomasa pescable(t)
Manatí-Angostura	463 125	128,7
Verraco-Tío Morando	300 357	112,3
Tío Morando-La Bombilla	133 000	42,7
Catauro	195 000	47,2
Algodones	206 250	76,1
Mal abrigo	20 000	5,3
Total	1 317 732	412,4

DISCUSIÓN

La mayor densidad de *I. badionotus* se encontró en Manatí-Angostura, que está rodeado de numerosos cayos, quedando al abrigo de las olas y presenta una profundidad media de siete metros. Estas son condiciones favorables para dicha especie, que además tiene hábitos gregarios (Bruckner *et al.*, 2003; Alfonso *et al.*, 2004). Es por esto que se encuentra la menor densidad en Mal Abrigo. Este sitio está formado por un pequeño cayo y presenta una profundidad media de cinco metros, quedando expuesto al batir de las olas. En cayo Algodones solo se puede pescar en la región noroeste, ya que el resto presenta un fondo rocoso desfavorable para esta especie.

La mayoría de las especies de pepino de mar tropicales requieren de densidades mínimas en el rango de 0,1-0,5 pep/100 m² para lograr el éxito reproductivo (Bell *et al.*, 2008, cit. por Poot-Salazar *et al.*, 2014). FAO (2010) plantea como punto de referencia de manejo, un límite de 0,5 pep/100 m² como promedio para realizar la pesquería de pepino de mar en una región determinada. En el presente estudio las densidades medias se encontraron por encima de estos valores (0,93-2,44 pep/100 m²), por lo que se pudiera inferir que las poblaciones de *I. badionotus* en las áreas de pesca de Santa Cruz del Sur son capaces de sostener una pesquería regulada.

En Cubagua, Venezuela, se obtuvo una densidad media de 1,1 pep/100 m² en un estudio de esta especie (Tagliafico *et al.*, 2010). Estos autores consideran esta densidad muy baja para realizar una pesquería. En dicho estudio las densidades se estimaron teniendo en cuenta el área total de la región, incluyendo sitios de cero individuos, debido fundamentalmente a fondos desfavorables. Las mayores densidades de dicho estudio se encontraron en zonas con fondos de fanerógamas marinas y ostrales (2,7 pep/100 m² y 2,4 pep/100 m² respectivamente). Sin embargo, en la presente investigación se realizaron los muestreos en sitios donde se captura *I. badionotus* y que presentan en general condiciones favorables para la especie (fondo areno-fangoso con parches de fanerógamas).

La media de 24,3 cm de LT es inferior al rango reportado por Frías *et al.* (2008) para la región suroriental (24,6-26,5 cm). Es posible que esta diferencia se deba a métodos distintos de medición o a que se analizó un área menor, que queda comprendida dentro de la región suroriental. Aun así se debe hacer un seguimiento de la media de LT en el tiempo para descartar una posible disminución que esté indicando una afectación de la población.

Es común encontrar una frecuencia elevada de un rango de talla y que coincida con adultos. Los individuos de tallas similares de esta especie tienden a

agregarse y los jóvenes son raros de encontrar, además de presentar reclutamiento bajo y esporádico (Laboy-Nieves & Conde, 2006; Uthicke *et al.*, 2003).

El Potencial Pesquero (PP) siempre es estimado como biomasa pescable (Res. MINAL 375/2013) y no se tiene en cuenta el número de pepinos de mar. La cantidad de pepinos de mar y el Pe_{total} se relacionan fuertemente ($r = 0,81$), pero existen variaciones propias del proceso de pesaje (en la embarcación, ocasionalmente bajo condiciones climáticas desfavorables). Pequeñas variaciones en el Pe_s provoca grandes cambios en la estimación de la biomasa pescable. Por ejemplo, en un sitio como Verraco-Tío Morando si el Pe_s se subestimara o sobreestimara en solo 50 g, la biomasa pescable variaría en 24 t. La subestimación de la biomasa pescable afecta a corto plazo al sector pesquero ya que implica una cuota máxima menor. Sin embargo una sobrestimación de la biomasa pescable tiene implicaciones aún más graves, ya que puede conllevar a una pesca excesiva y disminuir la abundancia de pepinos de mar significativamente. La recuperación de las poblaciones de pepino de mar hasta abundancias comerciales puede tardar años o no recuperarse (FAO, 2010), por lo tanto el sector pesquero sufrirá pérdidas permanentes.

BIBLIOGRAFÍA

- Alfonso I., Frías, M. P., Aleagaand, L., Alonso, C. (2004). Current status of the sea cucumber fishery in the south eastern region of Cuba, 151-159. Lovatelli, A. (comp./Ed.); Conand, C., Purcell, S., Uthicke, S., Hamel, J.-F., Mercier, A. (Eds.), *Advances in Sea Cucumber Aquaculture and Management. FAO Fisheries Technical Paper. No. 463*, Rome, FAO, 2004. 457 pp. Also available at: http://www.spc.int/coastfish/News/BDM/20_index.htm
- Bell, J. D., Purcell, S. W. & Nash, W. J. (2008). Restoring small-scale fisheries for tropical sea cucumbers. *Ocean and Coastal Management*, 51, 589-593.
- Bruckner, A., K. Johnson & J. Field. (2003). Conservation strategies for sea cucumber: can CITES Appendix II listing promote sustainable international trade? *SPC Beche-de-mer Infor. Bull.*, 24, 1-10.
- FAO (2010). Putting into practice an ecosystem approach to managing sea cucumber fisheries, Rome, 67, 81 pp.
- Frías, M. P., Alfonso, I., Castelo, R. & Blás, Y. (2008). Variaciones talla-peso del pepino de mar *Isostichopus badionotus* (Selenka, 1867) en las regiones suroriental y suroccidental de Cuba. *Rev. Cub. Invest. Pesq.*, 25 (1), 38-45.
- Laboy-Nieves, E. & Conde, J. E. (2006). A new approach for measuring *Holothuria mexicana* and *Isostichopus badionotus* for stock assessments. *SPC Beche-de-mer Infor. Bull.*, 24, 39-44.
- Poot-Salazar, A., Ardisson, P.-L., Poot-Salazar, E., Poot-Salazar, D. A. & Caro Méndez, I. N. (2014). La pesca del pepino de mar en Celestún, Yucatán: una búsqueda hacia e manejo sostenible. *Rev. Cub. Invest. Pesq.*, 31 (1), 1-5.
- Tagliafico, A., Saomé, M. & Rago, N. (2010). Distribución y densidad de dos especies de holoturoideos en la isla de Cubagua, Venezuela. *Rev. Biol. Trop.*, 59 (2), 843-852.
- Toral-Granda, V., Lovatelli, A., & Vasconcellos, M. (2008). Sea Cucumbers, a global review of fisheries and trade. *Technical Paper, 516*, Rome, Italy: Food and Agriculture Organization.
- Uthicke, S., Welch, D. & Benzie, J. (2003). Slow growth and lack of recovery in overfished holothurians on the Great Barrier Reef: evidence from DNA fingerprints and repeated large-scale surveys. *Conserv. Biol.*, 18, 1395-1404.