

Incidencia de variables físico-químicas del agua y sedimento sobre la langosta espinosa en un centro de acopio

Teresita de Jesús Romero López e-mail: teresitaromerolope@gmail.com
Centro de Investigaciones Hidráulicas (CIH), Universidad Tecnológica de la Habana José Antonio Echeverría (Cujae), La Habana.

Gerardo Suárez Álvarez e-mail: gerardoeloy650@gmail.com
Centro de Investigaciones Pesqueras (CIP) Ave Ira, Santa Fé, Playa, La Habana

Aylín Pérez Daniel e-mail: aperez@atrium.co.co
BCOA No. 47, Héroes de Playa Girón, Matanzas.

RESUMEN

La langosta es considerada un producto de gran valor en la alta cocina. En Cuba, el principal recurso pesquero es la langosta espinosa *Panulirus argus*, aportando el sector aproximadamente el 25 % de los volúmenes de la captura y el 75 % de los ingresos económicos, de ahí que se requiera garantizar un flujo continuo de la misma hacia la industria. Para lograr la salud adecuada del crustáceo, se mantienen los ejemplares en los centros de acopio, instalaciones que contienen jaulones sumergidos en el mar y donde se almacena el total de las capturas. Por tales motivos es imprescindible conocer a través de una serie de análisis físico-químicos del agua, factores que posibiliten óptimas condiciones ambientales para la conservación y mantenimiento de la langosta en estos centros de acopio.

Palabras clave: calidad del agua, centros de acopio, langosta espinosa

Incidence of physical-chemical variables of water and sediment on spiny lobster in a collection center

ABSTRACT

Lobster is considered a product of great value in high kitchen. In Cuba, the main fishing resource is the spiny lobster *Panulirus argus*, the sector contributing approximately 25% of the catch volumes and 75% of the economic income, hence the need to guarantee a continuous flow of the same towards the industry. In order to achieve the adequate crustacean health, the specimens are kept in the gathering center, facilities that contain cages submerged in the sea and where the total catches are stored. For these reasons, it is essential to know, through a series of physical-chemical analyzes of the water, factors that allow optimal environmental conditions for the conservation and maintenance of lobster in these collection centers.

Keywords: water quality, collection centers, spiny lobster

INTRODUCCIÓN

La tendencia hoy en el mercado mundial, es el consumo de productos vivos y frescos, destacándose entre ellos los mariscos, que constituyen una de las preferencias de los más selectos restaurantes y donde el cliente selecciona de peceras o acuarios, los ejemplares que desean para la elaboración del plato a consumir por ellos. Por tales motivos, se requiere de un sello de “calidad exquisita”.

La langosta es uno de los mariscos de gran valor en la alta cocina, por su exquisitez y excelentes propiedades nutritivas y organolépticas. Debido a su elevado precio de venta, es consumida fundamentalmente en mercados de altos ingresos (Barrios, 2004), de ahí que los compradores sean cada vez más exigentes en cuanto a la calidad de los mismos.

Cuba constituye uno de los principales exportadores de la langosta del caribe o langosta espinosa *Panulirus argus* en la región caribeña. Este sector representa un segmento de alto poder adquisitivo para la economía nacional y aporta aproximadamente el 25 % de los volúmenes de la captura y el 75 % de los ingresos económicos del sector. Actualmente representa el 80 % de los ingresos procedentes del mar (ONEI, 2018).

De acuerdo con lo anteriormente expuesto, la protección y evacuación adecuada de los ejemplares adquiere gran importancia para garantizar exportaciones de calidad, y ello en gran medida se puede lograr con el apropiado mantenimiento de los ejemplares en los centros de acopio (CA) que según Suárez et al. (2004), son instalaciones en el mar provistas de jaulones, donde se almacena el total de las capturas obtenidas por las embarcaciones del área hasta su traslado a la industria, lo que favorece una operación más eficiente de las capacidades industriales y la recuperación fisiológica de las langostas.

De acuerdo con lo planteado con anterioridad se hace imprescindible, según Días y Suárez (2010) determinar una serie de parámetros físico-químicos del agua y sedimento que influyen de forma directa o indirecta en las condiciones de vida de las langostas en los CA, como es el caso de la temperatura (T), salinidad (S), demanda química de oxígeno (DQO), nivel de oxígeno disuelto (OD), porcentaje de saturación de oxígeno (% O₂) y sólidos suspendidos totales (SST), teniendo en cuenta además los nutrientes necesarios de fósforo (P), nitrógeno (N) y silicato (SiO₃²⁻) y el carbono y nitrógeno orgánico en el sedimento (Corg-Norg); de ahí que se escogiera para el estudio de la influencia de esos parámetros sobre la langosta espinosa a “La Panchita”, centro que se encuentra a unos 20 km de la Unidad Empresarial de Base (UEB) “Pamar”, ubicada en la provincia de Villa Clara.

ÁREA DE ESTUDIO

El CA de referencia forma parte de la UEB “Pamar” que pertenece a la Empresa Pesquera Industrial de Caibarién (EPICAI), adjunta al Ministerio de la Industria Alimentaria (MINAL). Dicha empresa está situada en el poblado “La Panchita”, municipio Corralillo, a 4 km de la carretera del Circuito Norte de Cuba, en la provincia de Villa Clara. El CA que lleva el mismo nombre del poblado, está situado en la Bahía de Santa Clara, en las coordenadas 23° 06' 12,5" N y 80° 22' 03" W, a unos 20 km de las oficinas de la empresa.

Las profundidades del área fluctúan entre 1,5 a 3,0 m, con predominio de aguas limpias, fondos fangosos y cabeceras de roca. Esta zona se caracteriza por el abundante reclutamiento de

juveniles, facilitado por la cantidad de cayos existentes, lo que posibilita el desarrollo exitoso del ciclo de vida de la langosta.

MATERIALES Y MÉTODOS

El CA “El Mosquito” fue el lugar elegido para el estudio de caracterización de las aguas que están en contacto con la instalación.

Dicho establecimiento posee cinco jaulones elevables de 1,95 m de ancho; 3,95 m de largo y 1,60 m de altura (figura 1), los que al colocarse a ras con el muelle quedan separados del fondo a una distancia de 2 m. La capacidad nominal de cada jaulón es de 400 kg, aunque solo se utiliza hasta 350 kg con un volumen de agua de 11,6 m³. El tiempo de permanencia de las langostas en los mismos es alrededor de 24 a 36 h en los meses de recalo (octubre a diciembre), por lo que los embarques se realizan dos veces a la semana contando con siete barcos langosteros y una enviada.



Figura 1. Jaulones donde se colocan las langostas hasta su traslado a la industria

Los monitoreos, en total tres, se realizaron entre el 3 y el 9 de agosto de 2018, entre el 14 y el 15 de noviembre del mismo año y entre el 26 y 27 de marzo de 2019. Los dos primeros viajes se efectuaron en plena época de captura de langosta y el último en época de veda, encontrándose el centro de acopio completamente vacío, situación que permitió conocer el estado natural-ambiental sin ningún efecto de los ejemplares sobre el medio. Con respecto a este último monitoreo, los resultados físicos de caracterización se modelaron tomando en consideración el llenante y el vaciante en el área.

La temperatura, la salinidad, el oxígeno disuelto, así como el porcentaje de saturación de oxígeno se evaluaron en el lugar, usando para ello un medidor multiparamétrico Hanna (HI 9829) con sonda multisensor inteligente y un refractómetro ATAGO con escala de densidad y salinidad, destacando que se hizo una evaluación de la temperatura ambiente y del agua, dentro y fuera de los jaulones.

El fosfato (PO_4^{3-}), fósforo total (PT), nitrito (NO_2^-) y silicato se realizaron según Grasshoff et al. (1999); el amonio (NH_4^+) y demanda química de oxígeno, según FAO (1975) y el nitrato (NO_3^-) y los sólidos suspendidos totales según APHA (2012).

Se tomaron muestras de sedimento durante el primer monitoreo por medio de buceo autónomo, para la detección de carbono orgánico (COrg) y nitrógeno orgánico (NOrg) según Ballinger and McKee (1971) y la materia orgánica (MOrg) e hidrocarburos totales (HCT) por el APHA (2012). Se estimó el índice de sedimentos orgánicos (ISO), así como la clasificación de los mismos.

Las comparaciones de medias se correspondieron con análisis de varianza simple (ANOVA) y su comprobación con la prueba de Kruskal-Walli.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Resultados físicos de las aguas del centro de acopio “El Mosquito”

Los resultados físicos obtenidos durante los tres viajes al CA, están fundamentalmente basados en el promedio de las mediciones realizadas in situ con el medidor multiparamétrico, efectuadas en distintos horarios.

En las tablas 1 y 2 se notifican los valores de temperatura y salinidad del primer y segundo viaje de investigación.

Tabla 1. Resultados físicos derivados de los análisis realizados a las aguas del centro de acopio “El Mosquito” durante el primer monitoreo

Primer monitoreo				
Análisis	Promedio	Desviación Estándar	Máximo	Mínimo
T (°C) (agua)	30,29	0,49	30,80	29,40
Salinidad (ups)	34,43	0,53	35,00	34,00

Tabla 2. Resultados físicos derivados de los análisis realizados a las aguas del centro de acopio “El Mosquito” durante el segundo monitoreo

Segundo monitoreo				
Análisis	Promedio	Desviación Estándar	Máximo	Mínimo
T (°C) (agua)	28,33	0,17	28,50	28,20
Salinidad (ups)	35,29	0,76	36,00	34,00

Como se aprecia en las tablas anteriores, los factores temperatura y salinidad registrados durante el primer y segundo monitoreo son normales de acuerdo a lo establecido por la norma cubana NC:25 (1999) para el agua de mar, correspondientes a valores que oscilan entre 18 °C y 30 °C en el caso de la temperatura y salinidad cercana a los 35 ups.

El control sobre la temperatura del agua es de vital importancia por ser el factor más influyente sobre el metabolismo de las langostas (Colin, 1969). De acuerdo a lo mencionado anteriormente, los resultados son de los mejores para la vida eficiente de las langostas y su almacenamiento en viveros en el mar (Suárez, 2009), reportándose valores muy estables en

ambos casos, lo que se demuestra con la poca variabilidad de los datos, según la desviación estándar reportada y el recorrido minúsculo de los datos entre sus máximos y mínimos.

Relativo al tercer monitoreo llevado a cabo en época de veda, los resultados físicos de caracterización se modelaron tomando en consideración el llenante y el vaciante de marea (tabla 3).

Tabla 3. Resultados físicos derivados de los análisis realizados a las aguas del centro de acopio “El Mosquito” durante el tercer monitoreo

Análisis	Tercer monitoreo							
	Llenante				Vaciante			
	Promedio	Desviación Estándar	Máximo	Mínimo	Promedio	Desviación Estándar	Máximo	Mínimo
T (°C) (agua)	26,47	0,26	26,81	26,19	26,49	0,39	26,77	26,05
S (ups)	38,00	0,00	38,00	38,00	38,00	0,00	38,00	38,00
SST (mg/L)	23,62	0,35	24,00	23,15	24,0	0,10	24,10	23,90

Tanto la temperatura como la salinidad se consideran adecuados para permitirse la vida de organismos acuáticos, así como también los sólidos suspendidos totales, que se encontraron con valores menores a 100 mg/L de acuerdo a la norma anteriormente mencionada, valores que indican poca turbidez y que fisiológicamente no representan peligro alguno para las langostas, ya que no afectan el sistema respiratorio branquial de las mismas.

Según la tabla, no existe diferencia marcada en los indicadores de calidad de agua en llenante y vaciante de marea y que podrían resultar períodos con cierta influencia en los crustáceos acopiados en los jaulones.

Queda así demostrado a través de los resultados observados en las tablas anteriores, que los parámetros físicos del agua se comportaron de manera estable, por lo que no implican riesgo para los ejemplares en el CA.

Características de la temperatura ambiente existente dentro y fuera del centro de acopio “El Mosquito”

Con el objetivo de comprobar el impacto que provoca el techado de los jaulones en las langostas, se midió durante el primer monitoreo la temperatura ambiente existente dentro y fuera del CA. Los resultados se muestran en la figura 2.

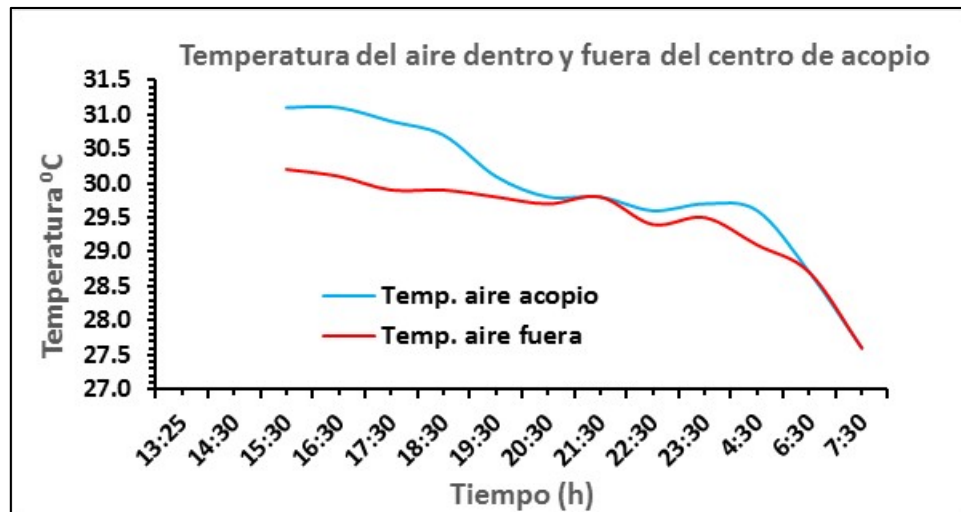


Figura 2. Temperatura del aire medida en distintas horas del día, dentro y fuera del centro de acopio “El Mosquito”

Se observó que la temperatura del aire bajo el techo del CA fue superior a la del aire fuera de dicha instalación durante las horas del día, fundamentalmente entre el medio día y las 18:00 h. Posteriormente la diferencia se hace menor producto a la disminución de la insolación y después de las 20:00 h hacia la madrugada, las diferencias se hacen mínimas.

Para la mejor comprensión de los datos obtenidos se realizó un análisis de varianza simple comparando las observaciones de temperaturas del aire medidas, obteniéndose que existen diferencias estadísticas significativas para un 95% de probabilidad entre ambas series. Este análisis fue comprobado por una prueba de Kruskal-Wallis; la comparación independiente para grupos de temperaturas antes de las 18.00 h y después, no ofreció diferencias estadísticas significativas para un alfa de 0,05 demostrándose el efecto del techado sobre la temperatura del aire bajo esa cubierta.

Es necesario destacar que las diferencias entre las temperaturas en el CA y el exterior del mismo son influyentes para las langostas, debido a que la llegada de los ejemplares a dicho centro se realiza sobre las 17:00 y las 18:00 h, momento en que son sacadas de los tanques viveros con un agua más fresca que la temperatura que posee el aire en el CA, colocándolas después en los jaulones a temperaturas menores, produciéndose un triple cambio térmico que puede afectar su comportamiento normal, ya que al aumentar la temperatura, el consumo de oxígeno por los organismos de referencia se eleva.

Características de la temperatura del agua dentro y fuera de los jaulones

Durante el segundo monitoreo efectuado al CA “El Mosquito”, se midió la temperatura del agua dentro y fuera de los jaulones, con el objetivo de comprobar si el efecto de la cantidad de langostas provoca alguna variación sobre la misma. En la figura 3 se observan las variaciones según la posición del muestreo y las diferentes horas en que fueron realizadas las mediciones. Nótese que los datos de las 18:00 h y las 20:00 h prácticamente se superponen, indicando cierta estabilidad en ese horario.

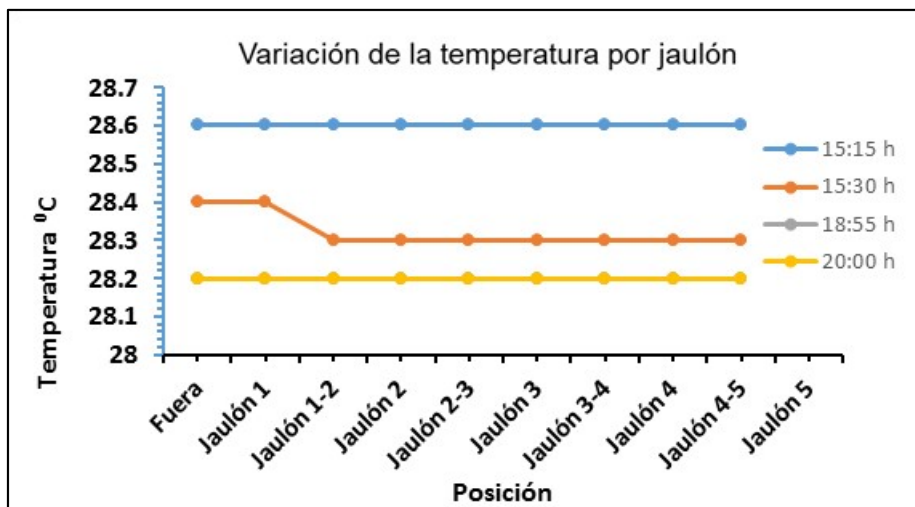


Figura 3. Temperatura del agua medida dentro y fuera de los jaulones del centro de acopio “El Mosquito”

Se obtuvo como resultado que existen discrepancias producto a la variación de la temperatura durante las diferentes horas del día por el efecto de la posición del sol y no producto a la influencia de la cantidad de langostas existentes, pues el total de ejemplares presente en cada jaulón no incidió en su variación.

Resultados químicos de las aguas del centro de acopio “El Mosquito”

Los resultados químicos obtenidos están basados en el promedio de los parámetros analizados a las muestras de agua tomadas en el centro de acopio “El Mosquito” durante los dos primeros monitoreos efectuados. Se tuvieron en cuenta además, otros parámetros medidos con ayuda del medidor multiparamétrico durante la realización del tercer monitoreo, los resultados se presentan en las tablas 4, 5 y 6.

Tabla 4. Resultados químicos derivados de los análisis realizados a las aguas del centro de acopio “El Mosquito” durante el primer monitoreo

Parámetros químicos del primer monitoreo						
(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)
NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻	NH ₄ ⁺	PO ₄ ³⁻	SiO ₃ ²⁻	PT	DQO
< 0,0029	< 0,04	< 0,006	< 0,011	0,49	0,107	1,7
< 0,0013	< 0,04	< 0,018	< 0,011	0,45	0,125	1,4
< 0,0013	< 0,04	< 0,006	< 0,011	0,45	0,043	1,7
< 0,0013	< 0,04	< 0,006	< 0,011	0,47	0,076	1,2
Promedio				0,47	0,088	1,4
Desviación Estándar				0,02	0,036	0,2
Máximo				0,49	0,125	1,7
Mínimo				0,45	0,043	1,2

Tabla 5. Resultados químicos derivados de los análisis realizados a las aguas del centro de acopio “El Mosquito” durante el segundo monitoreo

Parámetros químicos del segundo monitoreo						
(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)
NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻	NH ₄ ⁺	SiO ₃ ²⁻	PO ₄ ³⁻	PT	DQO
0,0034	> 0,04	< 0,006	0,23	0,02	0,22	3,0
0,0051	> 0,04	0,0025	0,28	0,02	0,18	5,9
> 0,0029	> 0,04	0,0024	0,22	0,04	0,24	1,8
Promedio			0,24	0,03	0,21	3,5
Desviación Estándar			0,03	0,01	0,03	1,7
Máximo			0,28	0,04	0,24	5,9
Mínimo			0,22	0,02	0,18	1,8

Como se observa en las tablas 4 y 5, en ambos monitoreos el contenido de nitrito y nitrato se comportaron con valores menores a 0,05 y 0,01 mg/L respectivamente según la NC:25 (1999), los cuales se corresponden con valores normales referidos al agua de mar. De manera similar se comparó el contenido de fosfato y de amonio, mostrando valores menores a 0,05 y 0,03 mg/L respectivamente. Por su parte, el silicato no sobrepasó lo establecido en dicha norma. En el caso de los valores de la demanda química de oxígeno, se observa que el máximo del segundo monitoreo es de 5,92, valor elevado según la norma vigente. Esto podría deberse al efecto de algún barco que, al descargar su captura de langostas, haya realizado cierto vertimiento de desechos, lo cual no puede permitirse, aunque las corrientes de marea son fuertes y rápidamente limpian el lugar. Para el resto de las variables medidas no existe problema alguno de contaminación. Es necesario destacar que el segundo muestreo se efectuó con los jaulones prácticamente llenos de langostas.

En la tabla 6 se presentan los resultados químicos obtenidos durante el tercer monitoreo. Al comparar esos valores con la NC:25 (1999) se observa que las concentraciones de oxígeno disuelto son mayores que 5 mg/L, valor normado, lo que ocurre tanto en llenante como en vaciante. El porcentaje de saturación de oxígeno reportó valores mayores a 90% lo que representa que el agua posee suficiente disponibilidad de oxígeno disuelto para la vida marina.

Tabla 6. Resultados químicos derivados de los análisis realizados a las aguas del centro de acopio “El Mosquito” durante el tercer monitoreo

Análisis	Parámetros químicos del tercer monitoreo							
	Llenante				Vaciente			
	Promedio	Desviación Estándar	Máximo	Mínimo	Promedio	Desviación Estándar	Máximo	Mínimo
O ₂ (%)	91,50	1,73	93,10	89,10	93,20	4,85	97,20	87,80
OD(mg/L)	5,42	1,09	6,30	3,89	6,31	0,25	6,58	6,10

De acuerdo con los resultados de los tres muestreos descritos anteriormente, el agua se clasifica de buena calidad para uso pesquero, debido a que prácticamente todos los parámetros se corresponden con lo establecido por la norma vigente.

Características del sedimento y su relación con la calidad del agua del centro de acopio “El Mosquito”

El estudio de los sedimentos, los cuales permanecen prácticamente iguales durante todo el año, a diferencia del agua que está en constante cambio, ofrece una fotografía del estado del efecto de la materia orgánica sobre su calidad. La relación entre el carbono y el nitrógeno orgánico, permiten estimar el grado de deterioro o estabilidad existente en la zona de estudio. Las muestras analizadas, que fueron tomadas durante el primer viaje (con presencia de langostas), arrojaron los resultados mostrados en la tabla 7.

Tabla 7. Características de los sedimentos respecto a su contenido orgánico e hidrocarburos totales

	HCT (mg kg ⁻¹)	COrg (%)	MOrg (%)	NOrg (%)	Clasificación	ISO
Promedio	81,58	0,65	1,07	0,41	III	0,3146
Desviación Estándar	80,49	0,21	0,37	0,20		0,2506
Máximo	223,90	1,00	1,70	0,70		0,7015
Mínimo	34,90	0,46	0,78	0,22		0,1000

Con el apoyo de la clasificación expuesta en la figura 4, se llegó a la conclusión que debido a las concentraciones de nitrógeno orgánico ligeramente elevadas, el sedimento es de tipo III.

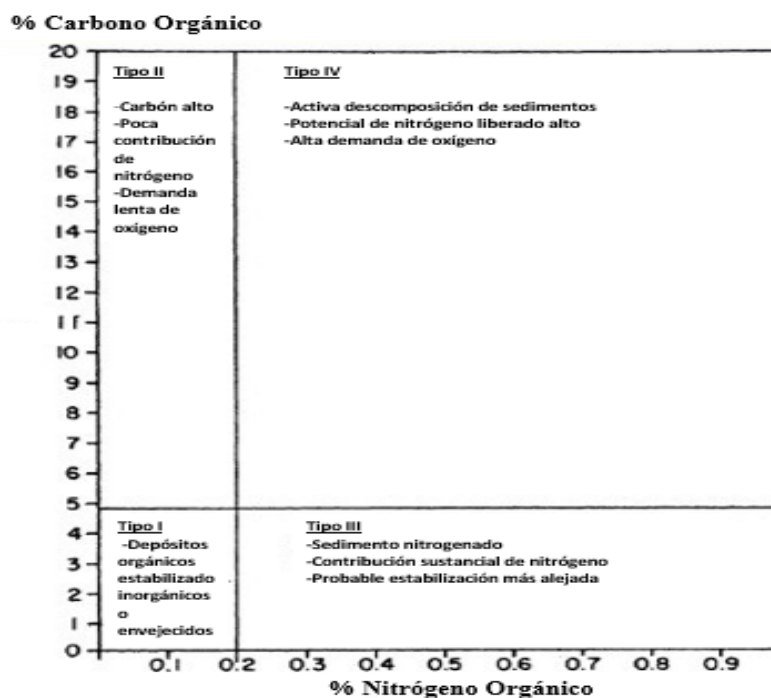


Figura 4. Clasificación del sedimento orgánico (Modificado de Ballinger and McKee, 1971)

Los valores de la relación carbono-nitrógeno orgánico, ofrecen un índice del sedimento orgánico por encima de 1; que según el gráfico de Ballinger and McKee (1971) (figura 5), indican aporte de materia orgánica antrópica al sedimento, lo cual se incrementa por la presencia de hidrocarburos totales con concentraciones superiores a los 200 mg kg⁻¹, probablemente producto de algún achique de sentina de cierta embarcación.

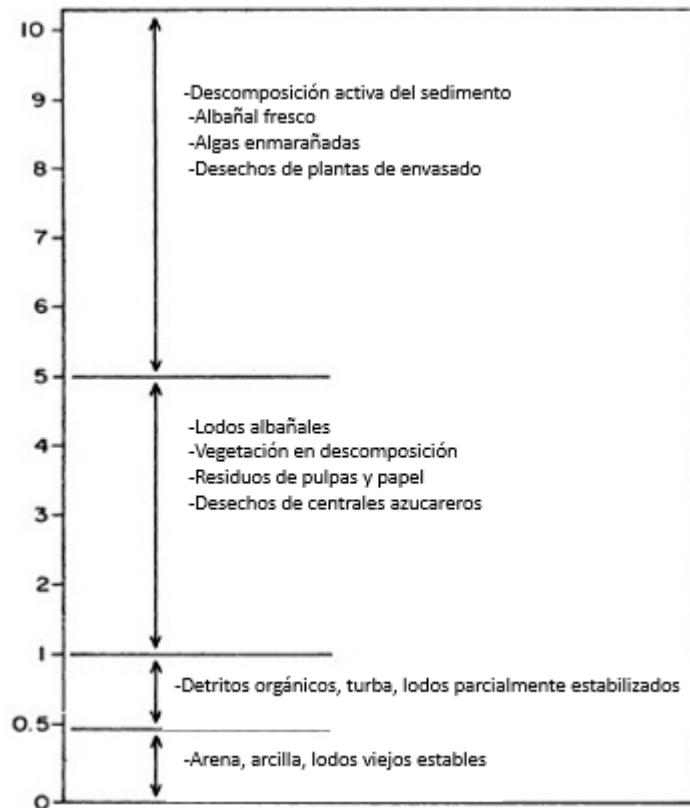


Figura 5. Clasificación de acuerdo al índice de sedimento orgánico (Modificado de Ballinger and McKee, 1971)

CONCLUSIONES

A partir de las características físico-químicas de las aguas del centro de acopio "El Mosquito", se evidenció que la misma es de buena calidad para la supervivencia de las langostas.

Se validó el sedimento como estable para el desarrollo de los procesos que se llevan a cabo en la zona.

REFERENCIAS

- APHA** (2012). "Standard Methods for the examination of waters and waste waters". 22th Ed. New York, USA. American Public Health Association: Washington, American Public Health Association, American Water Works Association, and Water Pollution Control Federation. Washington, DC, AWWA cat. No. 10085. ISBN: 9780875530130.
- Ballinger D.G. and G. D. McKee.** (1971). "Chemical characterization of bottom sediments". J. Wat. Poll. Cont. Fed. 43(2):216-227. EEUU.

- Barrios G. N.** (2004). "Estrategia para la Exportación de Langosta a Nuevos Mercados". Tesis en opción al grado de Máster, Universidad de La Habana, Cuba.
- Colin N. J. A.** (1969). "Biology of Marine Animals". Pitma Publishing, 2nd Revised Edn. ISBN:10 0273402992. London.
- Días V. y Suárez, G.** (2010). "El Estrés en la Langosta e Indicadores para el Monitoreo". Informe técnico División de Langosta. Centro de Investigaciones Pesqueras. La Habana, Cuba.
- FAO** (1975). "Manual of Methods in Aquatic Environment Research". Part I. Methods for detection, measurement and monitoring of water pollution. Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAO. Fish, Tech. Pap. 137.
- Grasshoff K., Kremling K. and Ehrhardt M.** (1999). "Methods of Seawater Analysis". 3th Ed. Editorial Wiley VCH. ISBN: 3-527-29589-5. Gran Bretaña.
- Norma Cubana NC:25** (1999). "Evaluación de los objetos hídricos de uso pesquero. Especificaciones". Sistema de Normas para la Protección del Medio Ambiente. Hidrosfera. ININ/ Oficina Nacional de Normalización. 12pp. La Habana, Cuba.
- ONEI** (2018). "Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca". Anuario estadístico de Cuba. Capítulo 9. [Documento en línea, 16 de febrero, 2021]. Disponible en: <http://www.onei.cu/aec2016/09%20Agricultura%20Ganaderia%20Silvicultura%20Pesca.pdf>
- Suárez A. G.** (2009). "Fisiología de la Langosta Espinosa *Panulirus argus*". Curso cultivo de langosta espinosa *Panulirus argus*. Centro de Investigaciones Pesqueras. La Habana, Cuba.
- Suárez A. G, Díaz V. T; Fernández de la Vega G. D, Izquierdo J. M. y Trujillo V. Z.** (2004). "Procedimiento para la Ubicación de centros de los acopios de langosta espinosa en Cuba". Informe técnico División de Langosta. Centro de Investigaciones Pesqueras. La Habana, Cuba.

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existen conflictos de intereses.

Contribución de los autores

Teresita de Jesús Romero López

<https://orcid.org/0000-0001-9572-8333>

Realizó contribuciones en el análisis de los resultados, discusión de los mismos y la escritura del informe final.

Gerardo Suárez Álvarez

<https://orcid.org/0000-0001-8943-7134>

Realizó contribuciones en el diseño de la investigación, monitoreo en el campo, análisis de los resultados y discusión de los mismos, así como en la escritura del documento.

Aylín Pérez Daniel

<https://orcid.org/0000-0001-6211-1951>

Realizó contribuciones en la discusión de los resultados y escritura del documento.