

Uso de índices de condición para la determinación de la época de cosecha del mejillón en el golfo de Cariaco, Venezuela

Jaime Frontado¹, Berenice Licet², Vanessa Acosta^{1,3*}

¹Departamento de Biología, Escuela de Ciencias, Universidad de Oriente (UDO), Cumaná, Sucre, Venezuela. ²Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), Sucre - Nueva Esparta, Venezuela. ³Universidad Técnica de Manabí, Bahía de Caráquez, Manabí, Ecuador.*Correo Electrónico: vanessaacosta@yahoo.com

RESUMEN

Con la finalidad de determinar la época de cosecha del mejillón *Perna perna* (L.1758) mediante el uso de diferentes índices de condición, se evaluaron mejillones en condiciones de cultivo suspendido en la ensenada de La Fragata, Golfo de Cariaco. Los organismos fueron obtenidos de los bancos naturales en la localidad de Guaca (costa norte del estado Sucre) y sembrados en cuerdas de caucho suspendidas en balsas. Durante 10 meses, se evaluaron mensualmente las variables biométricas de 20 organismos extraídos al azar (longitud total, biomasa fresca de la concha, biomasa fresca de tejidos y biomasa seca de tejidos). Las variables ambientales fueron registradas durante el mismo periodo y frecuencia. Los índices de condición analizados para determinar la talla apropiada de comercialización fueron $IC = \text{biomasa fresca de tejidos/biomasa de concha} \times 100$ e $IC = \text{biomasa fresca de tejidos/longitud total} \times 100$. El incremento continuo en talla y biomasa de los organismos estuvo influenciado por la talla de siembra y el periodo de surgencia costera, siendo la biomasa fitoplanctónica, estimada en clorofila *a*, el principal factor ambiental que moduló el comportamiento de los diferentes índices de condición y rendimiento. Después de 7 meses de cultivo, *P. perna*, alcanzó excelentes resultados tanto de talla, biomasa y rendimiento de tejido, lo cual lo hace favorable para su comercialización.

Palabras clave: maricultura, *Perna perna*, bivalvo, cultivo suspendido, surgencia costera, Golfo de Cariaco.

Use of condition indices for the determination of the mussel harvest time in the gulf of Cariaco, Venezuela

ABSTRACT

In order to determine the harvest time of the *Perna perna* mussel using different condition indices, mussels were evaluated under suspended culture conditions in the cove of La Fragata, Gulf of Cariaco. The organisms were obtained from natural banks in the town of Guaca (north coast of Sucre state) and planted in rubber ropes suspended in rafts. For 10 months, the biometric variables of 20 organisms extracted at random (total length, fresh shell biomass, fresh tissue biomass and dry tissue biomass) were evaluated monthly. The environmental variables were recorded during the same period and frequency. The most suitable condition indices for estimating spawning times were $CI = \text{fresh tissue biomass} / \text{shell biomass} \times 100$ and $IC = \text{fresh tissue biomass} / \text{total length} \times 100$; both indices estimated the months in which the organisms reached the greatest amount of tissue with the appropriate commercialization size. The continuous increase in size and biomass of the organisms was influenced by the sowing size and the period of coastal upwelling, being the phytoplankton biomass, estimated in chlorophyll *a*, the main environmental factor that modulated the behavior of the different condition and yield indices. The month of March turned out to be the most suitable harvest season for the *P. perna* mussel, reaching excellent results for both size, biomass and tissue yield, which makes it favorable for commercialization.

Key words: mariculture, *Perna perna*, bivalvia, suspended culture, condition index, Gulf of Cariaco.

Aprobado: junio 2018

INTRODUCCIÓN

Los índices de condición o cantidad relativa de carne, constituyen una herramienta eficiente que permite conocer el estado fisiológico (como la reproducción y el crecimiento) de los bivalvos, bajo ciertas condiciones ambientales (Orban *et al.* 2002, Mercado-Silva 2005, Sasikumar y Krishnakumar 2011). Pueden utilizarse para predecir la rentabilidad de los cultivos de los moluscos bivalvos, son rápidos, económicos y fáciles de calcular, además permiten conocer su rendimiento en condiciones controladas (Lucas y Beninger 1985, Tirado *et al.* 2005, Meryem *et al.* 2012, Abdul Rahim *et al.* 2012). De igual manera, son utilizados para determinar la calidad del producto a comercializar y la época de cosecha.

En Venezuela, los índices de condición han sido descritos para *Perna perna*, tanto en ambientes naturales, como en condiciones de cultivo. Arrieche *et al.* (2002), reportaron en los bancos naturales de *P. perna* del Morro de Guarapo, en la costa norte del estado Sucre, una excelente condición fisiológica durante todo el año, elevada producción de tejidos blandos y una talla comercializable que varía entre los 60 y 80 mm. En condiciones de cultivo, la mayor parte de las investigaciones, han sido realizadas en la ensenada de Turpialito, golfo de Cariaco, donde se ha reportado para *P. perna*, el mayor índice de condición y rendimiento a los 5 meses de cultivo, con una talla de 66 mm y una condición de madurez del 50 % de los organismos; aspectos importantes que sugieren el momento óptimo de cosecha de los mejillones para su consumo. Lo anterior indica la alta rentabilidad del cultivo de esta especie dentro del golfo (Acosta *et al.* 2006, Acosta y Prieto 2008, Acosta *et al.* 2009).

El rápido crecimiento y producción de tejidos (somático y gonádico) de *P. perna* bajo condiciones de cultivo en la ensenada de Turpialito, está asociado con la eficiencia con la que explota los recursos alimenticios del medio, acumulándolos en forma de carbohidratos, particularmente en el músculo y la glándula digestiva, principales tejidos de reservas energéticas (Narvaez *et al.* 2008). Luego, en respuesta a condiciones de baja disponibilidad de alimento, son movilizadas

para sobrellevar parte de la actividad reproductiva, siendo el peso de la gónada determinante en la estimación de la condición generalizada del mejillón (Acosta *et al.* 2010).

De acuerdo a lo antes señalado, el golfo de Cariaco es un escenario idóneo para el desarrollo del cultivo de *P. perna*. No obstante, la masificación del cultivo de este bivalvo en otras áreas dentro del golfo es necesaria. Para esto, se requiere la evaluación de nuevas zonas de cultivo para realizar estudios dirigidos a valorar los cambios que ocurren en el desempeño de la condición somática, valor nutritivo y períodos de engorde en relación al ambiente, de estos moluscos bivalvos.

En este sentido, la ensenada de La Fragata posee aguas con una calidad microbiológica adecuada para el establecimiento de cultivos acuáticos; en las mismas, ocurren anualmente diferentes cambios fisicoquímicos que le proporcionan gran fertilidad, como resultado de la surgencia costera (Rivas *et al.* 2010). Por otra parte, el estado fisiológico de un organismo en condiciones de cultivo, refleja la tendencia promedio de la proporción de tejidos en relación al tamaño de la concha, masa o gónadas. En relación a lo antes expuesto, el objetivo de este estudio fue determinar la época de cosecha del mejillón *Perna perna*, mediante el uso de los índices de condición, en la ensenada de La Fragata, Golfo de Cariaco.

METODOLOGÍA

Área de estudio

El estudio se realizó en La Fragata, ensenada de 308 x 151,88 m, ubicada en la costa sur del golfo de Cariaco (10°27'6,71"N; 65°56'41,19"O), estado Sucre, Venezuela (Figura 1).

Procedimiento general

Se sembraron 40 kg de mejillón, con una talla promedio de $44,5 \pm 5,13$ mm, procedentes del eje costero Guaca - Guatapanare (10°39'39,06"N; 63°25'24,09"O). Los organismos fueron distribuidos en 36 cuerdas de caucho de 3 m de longitud y 1,9 cm de diámetro, colocadas en 2 balsas (18 cuerdas por balsa). Estas estructuras

flotantes fueron instaladas a 800 m de la costa, por el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA); las mismas fueron construidas con tubos de policloruro de vinilo (PVC), listones de madera, tubos de aluminio y tornillos de acero inoxidable para su ensamble.

Registro de variables ambientales

Se tomaron registros de la temperatura y salinidad del agua con una frecuencia mensual (julio 2013 - abril 2014). Este procedimiento fue realizado mediante una sonda multiparamétrica modelo YSI6600.



Figura 1. Ubicación geográfica del área de estudio; (A) Guaca, eje costero Guaca-Guatapanare, zona de colecta de mejillones y (B) La Fragata, golfo de Cariaco, zona de cultivo de mejillones, Venezuela.

Para determinar la disponibilidad de alimento, se cuantificaron la clorofila *a* por espectrofotometría, mientras que el seston, mediante métodos gravimétricos, de acuerdo a las recomendaciones en Strickland y Parsons (1972).

Registro de variables biométricas

Se extrajeron mensualmente 3 cuerdas de cada balsa de manera aleatoria y se tomaron aproximadamente 20 organismos. De cada mejillón se registraron las variables biométricas longitud total (Lt), biomasa total (Bt), biomasa fresca (Bft), biomasa de la concha (Bc) y biomasa seca (Bst). La medición de Lt se realizó con un vernier digital marca Mitutoyo de 0,01 mm de precisión; para la determinación de Bft, se separaron los tejidos blandos de la concha, y luego se pesaron en una balanza analítica de marca

(PW 254-aeADAM - Max 250g d = 0,0001g). Para la obtención de Bst, se tomaron los tejidos blandos, se les retiró el exceso de humedad con papel secante y seguidamente fueron sometidos a deshidratación en una estufa (L-COVEN-LAB-LINE- Barnstead-International), a 60 °C, durante 48 h o hasta obtener una masa constante. Una vez deshidratados, fueron pesados nuevamente.

Índices de condición

Con los datos biométricos de cada ejemplar de *P. perna*, se calcularon los siguientes índices de condición (IC):

$$IC1 = \left[\frac{Bft}{Bc} \right] \times 100$$

(Nascimento y Pereira 1980)

$$IC2 = \left[\frac{Bst}{Bc} \right] \times 100$$

(Davenport y Chen 1987)

$$IC3 = \left[\frac{Bft}{Lt} \right] \times 100$$

(Kagley *et al.* 2003)

$$IC4 = \left[\frac{Bst}{Lt} \right] \times 100$$

(Martin *et al.* 1984)

De igual forma, se calculó el índice de rendimiento (R):

$$R = \left[\frac{Bft}{Bt} \right] \times 100$$

(Hickman e Illingworth 1980)

Se determinaron las diferencias mensuales en los índices de condición y de rendimiento de carne en los individuos *P. perna*. Se establecieron relaciones entre los índices de condición y los parámetros ambientales evaluados.

Análisis estadístico

Se aplicó la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis, debido a que los datos no presentaron varianzas homogéneas y no se ajustaron a la curva de distribución normal. La relación entre los índices de condición y los parámetros ambientales fue establecida mediante un análisis de componentes principales (ACP), donde los índices de condición se tomaron como variables dependientes y los parámetros ambientales como variables independientes. Los análisis anteriores se realizaron con el programa estadístico Stagraphics Centurion XV (Statpoint 2006).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Variables ambientales

No se evidenciaron cambios notables en la salinidad y el pH durante el periodo de estudio. Se observaron valores entre las 36,8 y 38,02 UPS para la salinidad (Figura 2A), y entre 7,7 y 8,2 para el pH (Figura 2B). En el caso del Oxígeno disuelto (Figura 2C), se observaron fluctuaciones, con un valor máximo en febrero (11,02 ± 0,55 mg/l), y un descenso marcado hasta alcanzar su

mínimo valor en el mes de marzo (3,53 ± 1,52 mg/l). De igual forma, la temperatura mostró variación en un intervalo de 6 °C durante el periodo de estudio (Figura 3A), con un registro superior en septiembre de 2013 (28,8 ± 0,06 °C), para luego descender progresivamente hasta abril de 2014, último mes de estudio, donde alcanzó los 22,08 ± 0,26 °C.

La biomasa fitoplanctónica, estimada por clorofila *a* (Figura 3B), presentó un patrón inverso a la

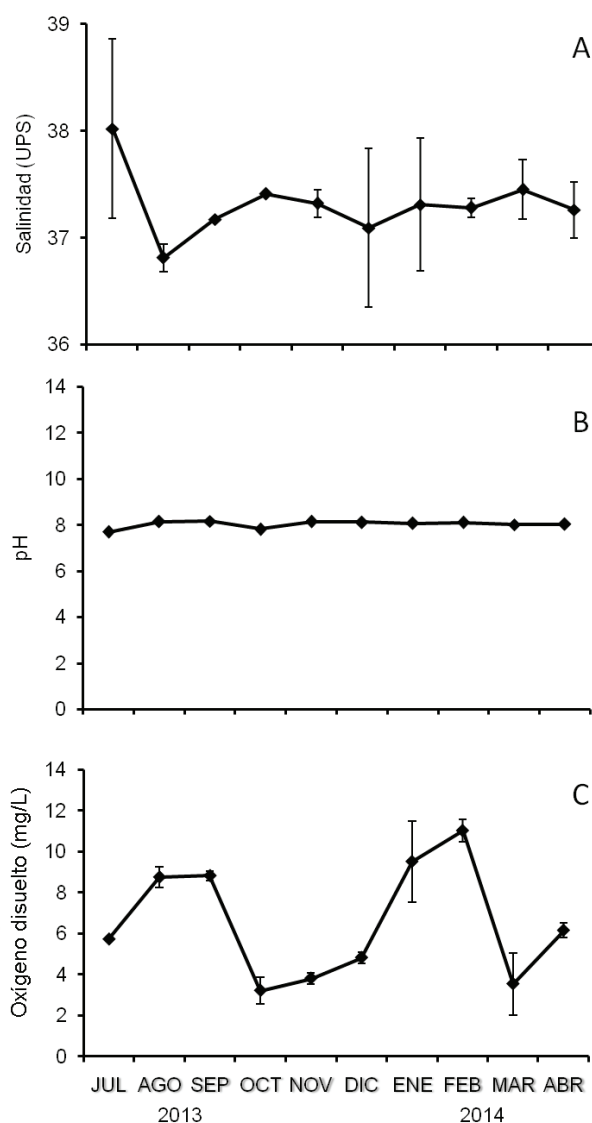


Figura 2. Variación mensual de la salinidad (A), pH (B) y Oxígeno disuelto (C), en la ensenada La Fragata, golfo de Cariaco-Venezuela.

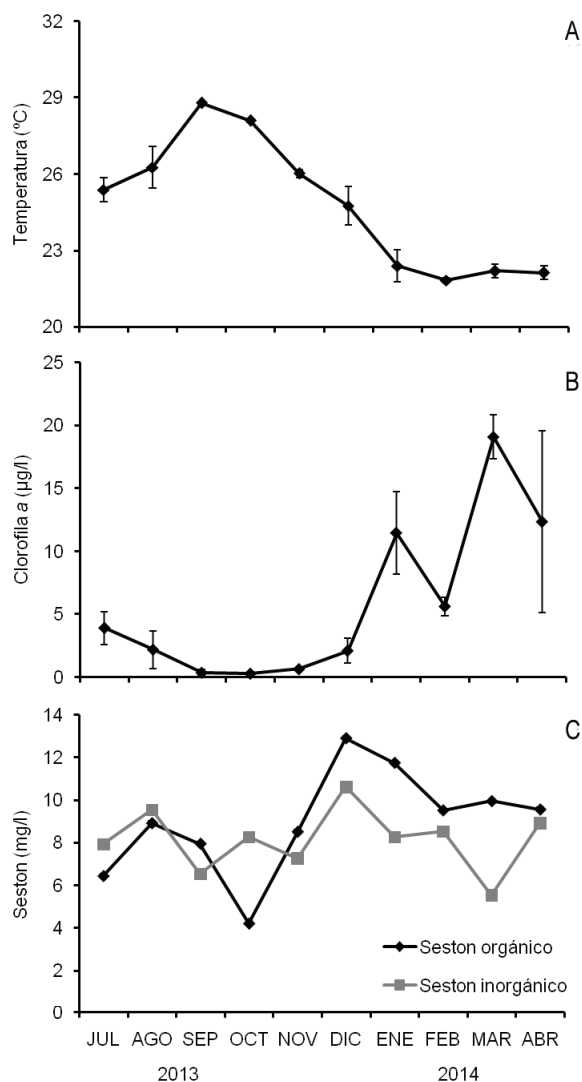


Figura 3. Variación mensual de la temperatura (A), clorofila a (B) y seston (C), en la ensenada La Fragata, golfo de Cariaco-Venezuela.

temperatura (3A). Se observaron valores mínimos durante los primeros meses de estudio, con los menores valores entre septiembre y octubre de 2013 ($0,36 \pm 0,25$ y $0,28 \pm 0,21 \mu\text{g/l}$ respectivamente). Mientras que los máximos incrementos se registraron en marzo de 2014 ($19,08 \pm 3,27 \mu\text{g/l}$), para descender ligeramente en abril de 2014 ($12,35 \pm 1,75 \mu\text{g/l}$). No obstante, a pesar del descenso brusco que se produjo en este mes (Figura 3B), los valores se mantuvieron altos ($\geq 10 \mu\text{g/l}$).

Las fracciones orgánicas e inorgánicas que conforman el material particulado suspendido en la columna de agua, fluctuaron ampliamente durante todo el periodo de estudio (Figura 3C). Los niveles de seston inorgánico y orgánico mostraron sus mayores valores en diciembre de 2013 ($10,62 \pm 0,11 \text{ mg/l}$ y $12,89 \pm 0,11 \text{ mg/l}$, respectivamente), mientras que los menores niveles se encontraron en marzo de 2014 para la fracción inorgánica ($5,52 \pm 0,1 \text{ mg/l}$) y en el mes de octubre de 2013, para el seston orgánico ($4,23 \pm 0,1 \text{ mg/l}$). De acuerdo a Ferraz-Reyes (1987), los patrones inversos de la temperatura y clorofila a son resultados de los cambios estacionales que se producen como consecuencia de la surgencia costera, que anualmente ocurre en el golfo de Cariaco.

Índices de Condición

Los índices de condición IC1 e IC2 presentaron un comportamiento similar (Figuras 4A y 4B), debido esencialmente a que comparan variables similares (biomasa fresca y seca). Ambos índices mostraron diferencias mensuales (KW = 389,6; $P \leq 0,05$ y KW = 408,2; $P \leq 0,05$ respectivamente). Los menores índices se observaron en noviembre de 2013 y enero de 2014 (IC1 = $34,19 \pm 7,88 \%$ e IC2 = $4,60 \pm 2,84 \%$; IC1 = $36,49 \pm 10,3 \%$ e IC2 = $6,90 \pm 1,73 \%$, respectivamente); mientras que los mayores valores se presentaron en agosto de 2013 y marzo de 2014 (IC1 = $62,25 \pm 19,31 \%$ e IC2 = $12,14 \pm 3,95 \%$; IC1 = $95,03 \pm 4,19 \%$ e IC2 = $23,47 \pm 3,15 \%$, respectivamente), con un ligero aumento en diciembre de 2013 para luego descender abruptamente en abril (IC1 = $68,71 \pm 13,8 \%$ e IC2 = $18,54 \pm 7,54 \%$).

Los índices de condición constituyen herramientas eficientes que permiten determinar el estado fisiológico de los bivalvos, debido a que proporcionan información sobre la época adecuada de cosecha (Orban *et al.* 2002, Sasikumar y Krishnakumar 2011).

En individuos *P. perna* sexualmente maduros, las gónadas ocupan entre el 50 – 60 % de los tejidos blandos (Acosta *et al.* 2006); es por ello, que el uso de los índices IC1 y IC2 (comparan la biomasa fresca y seca de los tejidos blandos con la biomasa de la concha) fueron los más

apropiados para estimar la pérdida y ganancia de biomasa, ya que la variabilidad está asociada a la actividad reproductiva de la especie. Al producirse la pérdida de gametos, ocurre un descenso brusco de la biomasa; mientras que los valores más altos de biomasa se relacionaron con los periodos de madurez, evidenciando que la gónada ejerce una marcada influencia sobre los índices de condición y rendimiento de la carne en individuos *P. perna*.

La variabilidad de los índices IC1 e IC2 ha sido observada en estudios anteriores realizados con *P. perna* y otros moluscos bivalvos (*Arca zebra*), en el nororiente del país; de igual forma asociados con el comportamiento reproductivo (madurez y desove) y con factores ambientales como la temperatura y disponibilidad de alimento (Acosta *et al.* 2006, Villarroel *et al.* 2016).

Los índices de condición IC3 e IC4 (Figuras 4C y 4D), también presentaron diferencias mensuales (KW = 454,51; $P \leq 0,05$ y KW = 455,12; $P \leq 0,05$), con un comportamiento parecido a los dos

índices anteriores. En octubre de 2013 se obtuvieron los menores índices (IC3 = $3,46 \pm 1,17$ % e IC4 = $0,42 \pm 0,19$ %) y sus incrementos se registraron en agosto de 2013 y marzo de 2014 (IC3 = $7,19 \pm 2,37$ % e IC4 = $1,36 \pm 0,54$ %; IC3 = $18,82 \pm 3,73$ % e IC4 = $4,56 \pm 1,03$ %, respectivamente). En abril de 2014 se produjo una caída brusca de ambos índices (IC3 = $14,88 \pm 3,51$ % e IC4 = $3,67 \pm 1,71$ %).

Los índices de condición IC3 e IC4 comparan la biomasa fresca y seca de los tejidos con la longitud total de los organismos, lo que permite estimar de igual forma la época de cosecha, al reflejar la condición, cantidad de tejido y una talla comercial adecuada para el consumo de los mejillones. Los resultados obtenidos en este estudio permiten sugerir, que para el manejo del cultivo de *P. perna*, el empleo de alguno de los dos primeros índices (IC1 e IC2) que implican la variabilidad del tejido, en conjunto con uno de los dos últimos (IC3 e IC4), asociados con la longitud de la concha, permitirá estimar los

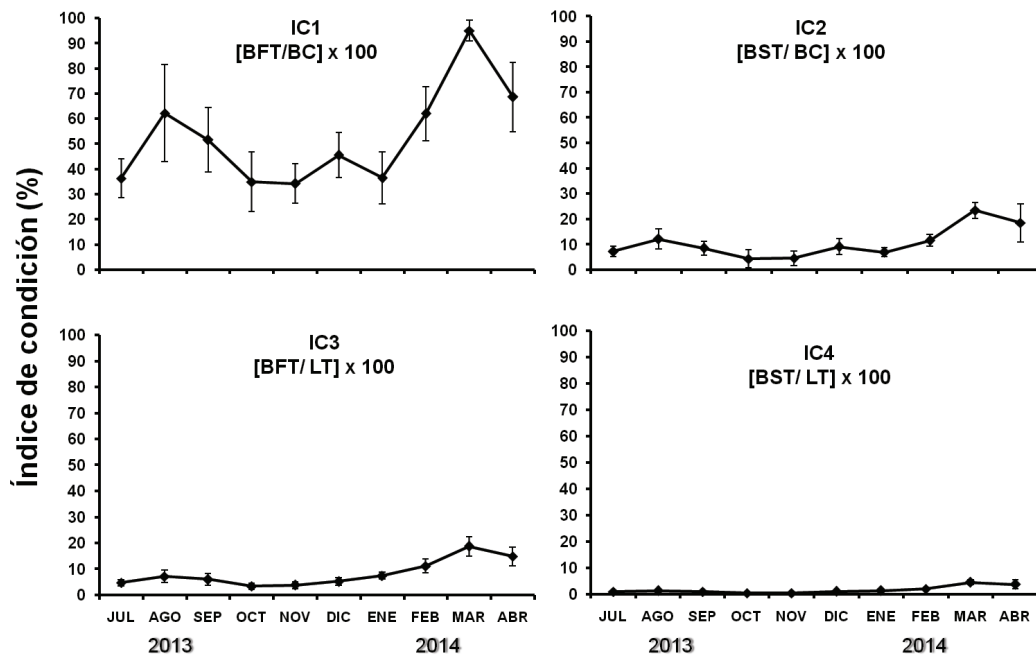


Figura 4. Variación mensual de los diferentes índices de condición IC1 (A), IC2 (B), IC3 (C) e IC4 (D), analizados en *Perna perna* cultivado en la ensenada La Fragata, golfo de Cariaco-Venezuela. BFT: Biomasa fresca de los tejidos; BST: Biomasa seca de los tejidos; BC: Biomasa de la concha. LT: Longitud total.

aspectos ecofisiológicos (producción de biomasa y desove) y económicos (cosecha).

Mercado-Silva (2005), señala que el empleo de los índices que involucren la biomasa seca de los tejidos, para hacer una estimación certera de la condición de mejillón, es lo más apropiado, puesto que la eliminación de agua durante la deshidratación de los tejidos, ayuda a valorar la disponibilidad de biomoléculas y nutrientes para consumo. No obstante, se ha reportado que el contenido de agua en los tejidos blandos no ejerce influencia significativa en el comportamiento de los índices, por lo que el acuicultor puede emplear aquellos que involucren la biomasa fresca de los tejidos (IC1 e IC3), a fin de ahorrar el tiempo y costo de la deshidratación (Galvao *et al.* 2015).

Los máximos índices de condición registrados en La Fragata, se obtuvieron a los nueve meses de estudio, lo que difiere de lo reportado por Acosta *et al.* (2006) para la misma especie en la ensenada de Turpialito; estos investigadores observaron los mayores registros en el IC1 a los 5 meses de cultivo ($39,98 \pm 5,33$ %); no obstante, en este estudio se reportaron valores superiores ($95,03 \pm 4,18$ %), en un tiempo mayor de cultivo. Esta diferencia, podría estar asociada con las tallas de los organismos al inicio del cultivo y con la disponibilidad de alimento en cada zona. La biomasa fitoplanctónica registrada en este estudio ($12 \mu\text{g/ml}$), fue superior a los $8 \mu\text{g/ml}$ reportados en la ensenada de Turpialito (Acosta *et al.* 2006); lo anterior, pudo promover las diferencias entre ambos ambientes de cultivo y sobre los índices de condición.

Índice de rendimiento

El índice de rendimiento presentó un incremento significativo ($KW = 389,57$; $P \leq 0,05$) en agosto ($38,37 \pm 6,17$ %), para luego descender progresivamente hasta noviembre, donde alcanza su mínimo valor ($25,48 \pm 4,38$ %); este comportamiento fue muy similar al de los índices IC1 e IC2. El rendimiento de la carne alcanzó su máximo valor en marzo ($48,72 \pm 2,93$ %), para luego descender ligeramente en abril (Figura 5).

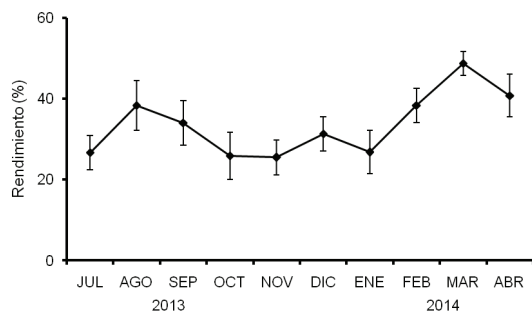


Figura 5. Variación mensual del índice de rendimiento del mejillón *Perna perna* cultivado en la ensenada La Fragata, golfo de Cariaco - Venezuela.

Relación de los factores ambientales con los índices de condición

Los diferentes índices de condición estudiados, conjuntamente con el índice de rendimiento de la carne, presentaron una asociación positiva con la clorofila *a*, con un porcentaje de varianza acumulada de 81,85 %; lo anterior indica el efecto modulador de este parámetro sobre dichos índices. Contrario a lo anterior, se estableció una asociación negativa entre los diferentes índices, la temperatura y el seston inorgánico (Figura 6).

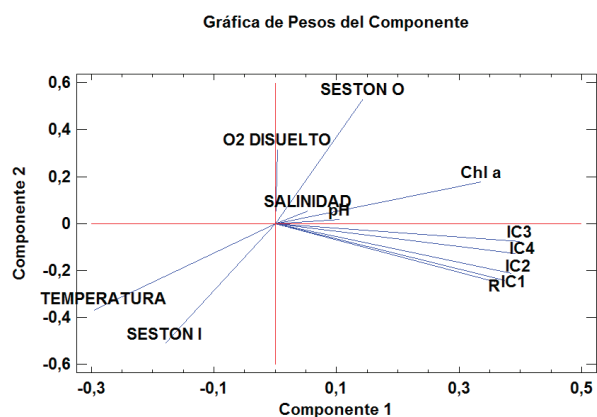


Figura 6. Proyección ortogonal de los componentes principales de la relación de los índices de condición y las variables ambientales, durante el cultivo de *Perna perna* en la ensenada La Fragata. Chl *a*: Clorofila *a*; SESTON O: seston orgánico; SESTON I: Seston inorgánico.

En el nororiente de Venezuela, los periodos de mayor producción de biomasa para *Perna perna*, *Lyropecten nodosus*, *Pinctada imbricata* y *Arca zebra*, se han asociado de manera positiva con la alta disponibilidad de alimento (Prieto *et al.* 1999, Lodeiros *et al.* 2002, Freitas *et al.* 2003, Acosta *et al.* 2006, 2009), lo que evidencia la importancia de este factor ambiental, en la producción de tejido somático y reproductivo en *P. perna*.

En este estudio, los aumentos del índice de condición se registraron entre marzo y junio, periodo que coincide con altos valores de clorofila *a* y seston total en el área, asociados al enriquecimiento de las aguas como consecuencia de la surgencia, esta última influenciada por los vientos alisios que originan bajas temperaturas y altas concentraciones de nutrientes y fitoplancton en la columna de agua, que finalmente, propician una elevada producción primaria (Ferraz-Reyes 1987, Lodeiros y Himmelman 2000).

CONCLUSIONES

Los mayores valores de talla, biomasa y rendimiento de tejido de *P. perna*, se obtienen en el mes de marzo, por lo que se considera la época de cosecha más favorable para su comercialización.

Los índices para manejar el cultivo de *P. perna* dentro del golfo, son el IC2 (biomasa seca de tejidos/biomasa de concha x 100) e IC4 (biomasa seca de tejidos/ longitud total x 100).

La biomasa fitoplanctónica, estimada en clorofila *a*, fue el principal factor ambiental que moduló el comportamiento de los diferentes índices de condición y rendimiento.

LITERATURA CITADA

- Acosta, V; Prieto, A. 2008. Producción secundaria de una población de *Perna perna* (Bivalvia: Mytilidae) en condiciones de cultivo suspendido. *Interciencia* 33(9):687-692.
- Acosta, V; Prieto, A; Lodeiros, C. 2006. Índice de condición de los mejillones *Perna perna* y *Perna viridis* (Bivalvia: Mytilidae) bajo un sistema suspendido de cultivo en la ensenada de Turpialito, Golfo de Cariaco, Venezuela. *Zootecnia Tropical* 24(2):177-192.
- Acosta, V; Glem, E; Natera, Y; Urbano, T; Himmelman, J; Rey-Méndez, M; Lodeiros, C. 2009. Differential growth of the mussels *Perna perna* and *Perna viridis* (Bivalvia: Mytilidae) in suspended culture in the Gulf of Cariaco, Venezuela. *Journal of the World Aquaculture Society* 40(2):226-235.
- Acosta, V; Natera, Y; Loderios, C; Freitas, L; Vásquez, A. 2010. Biochemical components of the tissues of *Perna perna* and *P. viridis* (Linneo, 1758) (Bivalvia: Mytilidae), in relation to the growth under conditions of suspended cultivation. *Latin american journal of aquatic research* 38(1):37-46.
- Arrieche, D; Licet, B; García, N; Lodeiros, C; Prieto, A. 2002. Índice de condición, gonádico y de rendimiento del mejillón marrón *Perna perna* (Bivalvia: Mytilidae), del Morro de Guarapo, Venezuela. *Interciencia* 27(11):613-619.
- Abdul Rahim, A; Idris, MH; Kamal, AH; Wong, S; Arshad, A. 2012. Analysis of Condition Index in *Polymesoda expansa* (Mousson 1849). *Pakistan Journal of Biological Sciences* 15(13):629-634.
- Davenport, J; Chen, X. 1987. A comparison of methods for the assessment of condition in the mussel (*Mytilusedulis* L.). *Journal of Molluscan Studies* 53:293-297.
- Ferraz-Reyes, E. 1987. Productividad primaria del Golfo de Cariaco Venezuela. *Boletín del Instituto Oceanográfico de la Universidad de Oriente* 26:97-110.
- Freitas, L; Lodeiros, C; Narváez, N; Estrella, G; Babarro, J. 2003. Growth and survival of the scallop *Lyropecten (Nodypecten) nodosus* (L. 1758) in suspended culture in the Cariaco Gulf (Venezuela) during a non-upwelling period. *Aquaculture Research* 34(9):709-718.
- Galvao, P; Longo, R; Machado-Torres, J; Malm, O. 2015. Estimating the potential production of the brown mussel *Perna perna* (Linnaeus, 1758) reared in three tropical bays by different methods of condition indices (en línea). *Journal of Marine Biology* 1-11. Consultado 24 jul. 2017. Disponible en <http://dx.doi.org/10.1155/2015/948053>

- Hickman, R; Illingworth, J. 1980. Condition cycle of the green-lipped mussel *Perna canaliculus* in New Zealand. *Marine Biology* 60(1):27-38.
- Kagley, A; Snider, R; Krishnakumar, P; Casillas, E. 2003. Assessment of seasonal variability of cytochemical responses to contaminant exposure in the blue mussel *Mytilusedulis* (complex). *Archives of Environmental Contamination and Toxicology* 44:43-52.
- Lodeiros, C; Himmelman, J. 2000. Identification of factors affecting growth and survival of the tropical scallop *Euvola (Pecten) ziczac* in suspended culture in the Golfo de Cariaco, Venezuela. *Aquaculture* 182:91-114.
- Lodeiros, C; Pico, D; Prieto, A; Narváez, N; Guerra, A. 2002. Growth and survival of the pearl oyster *Pinctada imbricata* (Röding, 1758) in suspended and bottom culture in the Golfo de Cariaco, Venezuela. *Aquaculture International* 10(4):327– 338.
- Lucas, A; Beninger, P. 1985. The use of physiological condition indices in marine bivalve aquaculture. *Aquaculture* 44:187-200.
- Martin, M; Ichikawa, G; Goetzl, J; Reyes, M; Stephenson, M. 1984. Relationships between physiological stress and trace toxic substances in the bay mussel, *Mytilusedulis*, from San Francisco Bay, California. *Marine Environmental Research* 11(2):91-110.
- Mercado-Silva, N. 2005. Condition index of the eastern oyster, *Crassostrea virginica* (Gmelin, 1791) in Sapelo island Georgia-effects of site, position on bed and pea crab parasitism. *Journal of Shellfish Research* 24(1):121-126.
- Meryem, Y; Sedat, K; İsmihan, K; Recep, Ö; Bora, E. 2012. Meat Yield, Condition Index, and Biochemical Composition of Mussels (*Mytilus galloprovincialis* Lamarck, 1819) in Sinop, South of the Black Sea. *Journal of Aquatic Food Product Technology* 21(3):198-205.
- Narváez, M; Freitas, L; Guevara, M; Guderley, H; Mendoza, J; Lodeiros, C; Salazar, G. 2008. Food availability and reproduction affects lipid and fatty acid composition of the brown mussel, *Perna perna*, raised in suspension culture. *Comparative Biochemistry and Physiology Part B. Biochemistry and Molecular Biology* 149(2):293-302.
- Nascimento, I; Pereira, S. 1980. Changes in the condition index for mangrove oyster (*Crassostrea rhizophorae*) from Todos os Santos Bay, Salvador, Brazil. *Aquaculture* 20(1):9–15.
- Orban, E; Di Lena, G; Navigato, T; Casini, I; Marzetti, A; Caproni, R. 2002. Seasonal changes in meat content, condition index and chemical composition of mussels (*Mytilus galloprovincialis*) cultured in two different Italian sites. *Food Chemical* 77:57–65.
- Prieto, A; Vázquez, M; Ruiz, L. 1999. Energetic dynamics of growth in a mussel population *Perna perna* (Filibranchia: Mytilidae) in the northeast of Sucre state, Venezuela. *Revista de Biología Tropical* 47(3):399–410.
- Rivas, K; La Barbera, A; Carpio, M; Villarroel, E; Vásquez, E; Graziani, C. 2010. Caracterización de la Calidad del Agua en Áreas Potenciales para Acuicultura en la Costa Sur del Golfo de Cariaco, Estado Sucre, Venezuela. Annual Conference of the Gulf and Caribbean Fisheries Institute (62, 2009, Cumaná, Venezuela). Marathon, USA, GCFI. 481-486.
- Sasikumar, G; Krishnakumar, P. 2011. Aquaculture planning for suspended bivalve farming systems: The integration of physiological response of green mussel with environmental variability in site selection. *Ecological Indicators* 11(2):734–740.
- Statpoint. 2006. Statgraphics® Centurion XV. Statistical exploration and modeling software (programa informático). Virginia, EUA. Statpoint Technologies, Inc.
- Strickland, J; Parsons, T. 1972. A practical handbook of seawater analysis. Bulletin 167. Ottawa, Canada. Fisheries Research Board of Canada. 310 p.
- Tirado, C; Macías, C; Villarías, R; Gaitero, J; Gomez, D; Martin, M; Rueda, J; Álamo, C; Manchado, M; Infante, C. 2005. Conclusiones derivadas del estudio sobre el potencial del

cultivo del mejillón *Mytilus galloprovincialis* Lamarck, 1819 en Andalucía. Boletín del Instituto Español de Oceanografía 21:455-464.

Villarroel, J; Acosta, V; Arrieche, D. 2016. Condición fisiológica de una Población de *Arca zebra* (Bivalvia: Arcidae) del banco de Chacopata, Sucre, Venezuela. Revista de Biología Tropical 64(3):1-8.