AquaTechnica 8(2): 82-91(2026)
ISSN 2737-6095
DOI https://doi.org/10.33936/at.v8i2.8574
https://doi.org/10.5281/zenodo.20618572

AquaTechnica

Análisis biométrico de dos ciclos de cultivo del mejillón marrón *Perna perna* (Linnaeus, 1758), en el Golfo de Cariaco, estado Sucre, Venezuela

Biometric analysis in two culture cycles of the brown mussel *Perna perna* (Linnaeus, 1758), at Golfo de Cariaco, Sucre, Venezuela

Lisandro Riera[1], **Hermes López**[1], **Anlenys Arcia** [1], **Maira Mago**[1], **Eudimar de Abreu**[1], **Sergio Bruce**[1], **José Miguel Salazar**[2], **Dwight Arrieche**[3]
[1] Fundación para la Investigación y Desarrollo de la Acuicultura en el Estado Sucre (FIDAES). Venezuela
[2] Asesor de Acuicultura, FIDAES
[3] Instituto de Investigaciones en Biomedicina y Ciencias Aplicadas Dra. Susan Tai, Universidad de Oriente, Venezuela
Correspondencia: *Hermes López* ***E-mail:*** *halzbetta@gmail.com*

Original article | Artículo original

Palabras clave
crecimiento
producción
surgencia
temperatura
desove

RESUMEN | El mejillón marrón (*Perna perna*) es un bivalvo sésil cuya importancia económica regional se sustenta en la explotación pesquera de sus bancos naturales. Su cultivo ofrece una vía para complementar la pesca y aumentar la producción regional de esta especie. En este trabajo se evaluaron dos ciclos de cultivo en *long line* de semillas silvestres recolectadas en bancos naturales y cultivadas en La Fragata, Golfo de Cariaco, Venezuela, correspondientes a los ciclos 2022-2023 (C22) y 2024-2025 (C24). Cada cultivo se inició en junio y finalizó en marzo, con una duración de 10 meses. Mensualmente se analizaron la biometría y el crecimiento (mm/día; g/día) y se registraron la temperatura y la salinidad. Las semillas de mejillón se recolectaron en La Esmeralda, al norte del estado Sucre, Venezuela, e inicialmente presentaron un peso total (Pt) y una longitud total (Lt) de 5,50 ± 2,15 g Pt; 3,68 ± 0,47 cm Lt (C22) y 2,37 ± 1,07 g Pt; 2,72 ± 0,39 cm Lt (C24). Al final del cultivo alcanzaron 35,30 ± 7,29 g Pt; 7,75 ± 0,74 cm Lt (C22) y 27,66 ± 6,21 g Pt; 7,04 ± 0,62 cm Lt (C24), presentando diferencias significativas entre meses (ANOVA, $P < 0,05$). Las dimensiones de la concha presentaron relaciones morfométricas lineales, y el modelo alométrico entre el Pt y la Lt, así como entre la altura y el grosor, resultó isométrico. Las mayores tasas de crecimiento en Lt y Pt se observaron a partir de noviembre, asociadas a la temporada de surgencia y la mayor productividad primaria. Las dos cohortes presentaron tendencias mensuales sincronizadas, con una diferencia en la talla desde la semilla hasta la cosecha. Se discuten algunos escenarios de cosecha en relación con la talla, la madurez sexual y la temporada. El cultivo artesanal del mejillón podría realizarse en un plazo menor mediante desdobles y la cosecha de organismos con un peso total de 20 g.

Keywords
growth rate
production
upwelling
temperature
spawning

ABSTRACT | The brown mussel (*Perna perna*) is a sessile bivalve whose regional economic importance is based on harvesting its natural beds. Farming it offers a way to supplement fishing and increase regional production. This study evaluated two longline cultivation cycles using wild seeds collected from natural beds and cultivated at La Fragata in the Gulf of Cariaco, Venezuela: the 2022-2023 cycle (C22) and the 2024-2025 cycle (C24). Each culture began in June and ended in March, lasting 10 months. Biometric measurements and growth (mm/day; g/day) were analyzed monthly, and temperature and salinity were recorded. Mussel seeds were collected in La Esmeralda, in northern Sucre State, Venezuela. At the start of the study, total weight (Pt) and total length (Lt) were 5.50 ± 2.15 g Pt and 3.68 ± 0.47 cm Lt (C22), and 2.37 ± 1.07 g Pt and 2.72 ± 0.39 cm Lt (C24). By the end of cultivation, mussels reached 35.30 ± 7.29 g Pt and 7.75 ± 0.74 cm Lt (C22) and 27.66 ± 6.21 g Pt and 7.04 ± 0.62 cm Lt (C24), with significant differences among months (ANOVA, $P < 0.05$). Shell dimensions showed linear morphometric relationships, and the allometric model between total weight (Pt) and shell length (Lt), as well as height and thickness, was isometric. The highest growth rates in Lt and Pt were observed beginning in November, coinciding with the upwelling season and increased primary productivity. The two cohorts showed synchronized monthly trends, with a size difference from seed to harvest. Several harvest scenarios are discussed in relation to size, sexual maturity, and season. Small-scale mussel farming could be completed in a shorter period by thinning the stock and harvesting individuals weighing 20 g.

Recibido: 13-07-2026 | **Aprobado:** 10-10-2026 | **Versión final:** 05-11-2026

Universidad Técnica de Manabí
Fundada en 1952

INTRODUCCIÓN

La acuicultura es un modelo de producción de alimentos a nivel mundial en continuo crecimiento, que ha superado a la producción mundial de pesca (FAO 2026). En los estados Sucre y Nueva Esparta, al noroeste de Venezuela, se encuentran los mayores bancos naturales de moluscos bivalvos, que abarcan diversos grupos taxonómicos y hábitats y son consumidos regularmente, con buen potencial para su producción mediante técnicas de cultivo. Entre las especies con mayor potencial para ello, se encuentran las vieiras (*Euvola ziczac, Nodipecten nodosus*), pata de mula (*Arca zebra*, *Anadara* spp., mayormente *A. notabilis*), ostras perleras (*Pinctada imbricata, Pteria colymbus*), almejas (*Tivela mactroides*, *Chione cancellata*), ostras de mangle (*Crassostrea rhizophorae*, *Crassostrea virginica*) y mejillones (*Perna perna* y *P. viridis*) (Vélez *et al*. 1995, Capelo y Buitrago, 1998, Acosta *et al*. 2006, 2012, Arrieche *et al*. 2002, Lodeiros y Freites 2008, Freites *et al*. 2012, Pérez *et al*. 2016).

Desde la década de 1960, el Golfo de Cariaco ha sido el principal escenario del cultivo de mejillones en balsas (Freites *et al.* 2012, Lodeiros y Freites 2008). Actualmente, se realiza por comunidades con sistemas artesanales; se sustituyeron las balsas por la línea suspendida (*long line*), de menor costo, con una producción estimada de 1.500-2.000 kg de peso bruto en 100 m de cuerda en un ciclo de cultivo. Las semillas provienen de los bancos naturales y se cultivan durante ocho a diez meses; constituyen una actividad económica semiartesanal, principalmente para el consumo interno. La actividad de cultivo se realiza con conocimiento de las técnicas de manipulación de semillas, sistemas de cultivo y cosecha (Acosta *et al*. 2006, 2012; Freites *et al*. 2012; Pérez *et al*. 2016), que se iniciaron con la vieira *Euvola ziczac*, especie pionera en la inducción del desove y del desarrollo larvario hasta la fijación de las semillas (Vélez *et al*. 1995).

El mejillón marrón *Perna perna* (L., 1758) (Bivalvia: Mytilidae) es una especie exótica, distribuida en las franjas subtropical y tropicales de la costa de África y del continente americano. Se estima que fue trasladado durante la colonia por buques mercantes que hacían escala en África, lo que amplió su distribución geográfica desde Santa Catarina, Brasil, hasta Florida, Estados Unidos. En el Golfo de México, provoca pérdidas en las industrias y en el medio ambiente y puede obstruir las turbinas de las instalaciones hidroeléctricas (CONABIO 2017). En Venezuela, es un recurso natural abundante en la Península de Paria, donde se presentan condiciones ambientales como la disponibilidad de alimento, el oleaje constante y las corrientes marinas, que favorecen su desarrollo en fondos rocosos. Sin embargo, se cultiva en el Golfo de Cariaco en condiciones ambientales diferentes, con menor tasa de crecimiento, escaso reclutamiento y alta supervivencia (Freites *et al.* 2012, Lodeiros *et al*. 2013) y alcanza la madurez sexual con buena calidad de la carne.

A nivel mundial, el cultivo de mejillón es liderado por China, Chile, España, Nueva Zelanda, Italia y Francia, con sistemas adaptados a las condiciones geográficas de cada región (McKindsey *et al*. 2011). Las especies más cultivadas son *Choromytilus meridionalis* y *Aulacomia ater* (Sudáfrica), *Perna canaliculus* (Nueva Zelanda), *Mytilus chilensis*, *Choromytilus chorus*, *Aulacomya atra* (Chile, Perú), *Mytilus edulis* (Inglaterra), *Mytilus galloprovincialis* (Francia y España), *Perna viridis* (China, India), *Perna perna* (Brasil, Venezuela) y *Mytilus platensis* (Argentina) (Van Erkom Schurink y Griffiths 1993, Avendaño *et al*. 2016, Isola y Marques 2020, Marques *et al*. 2020, FAO 2026).

El mejillón marrón presenta desoves masivos y una alta producción de semillas durante los primeros meses del año. Se destaca por su elevada supervivencia durante la manipulación, el transporte y la desecación, así como por su rápida fijación a diversos sustratos. Además, muestra crecimiento, engorde y desarrollo gonadal sincronizados en cada cohorte, lo cual constituye una característica favorable para su cultivo. En el Golfo de Cariaco, las condiciones ambientales son estables con ciclos biológicos predecibles. Sin embargo, aunque los juveniles sean recolectados en la misma localidad, es posible que las larvas sean arrastradas por las corrientes, arrojando diferencias interanuales en tallas y peso en la cosecha o alcancen el mismo tamaño y contenido de carne. El propósito de este trabajo es analizar algunos aspectos biológicos de dos ciclos de cultivo del mejillón marrón en La Fragata, Golfo de Cariaco, con el propósito de establecer estrategias de cultivo e incrementar el volumen de producción.

MATERIALES Y MÉTODOS

Diseño experimental

Las semillas de mejillón se recolectaron en los bancos naturales entre La Esmeralda (10° 65' N; - 63° 48' 22" W) y Guaca (10° 40' 11" N; -64° 24' 02" W). Se trasladaron en contenedores isotérmicos por vía terrestre hasta la estación La Fragata de la Fundación para la Investigación y Desarrollo de la Acuicultura del Estado Sucre - FIDAES, Venezuela (10° 27' 3.6" N, -63° 56'

42.36" W). Durante la siembra, se eliminaron los organismos incrustantes adheridos y se seleccionaron las semillas según la longitud anteroposterior de las conchas. El sistema de cultivo en ristras consistió en sujetar 7 kg de semillas con red trical biodegradable en cuerdas de 3 m de longitud, que se ataron a 2 m de profundidad en un *long line,* lo que representó un total de 183 y 64 ristras para los ciclos de cultivo 2022-2023 (C22) y 2024-2025 (C24), respectivamente. Los ciclos de cultivo tuvieron una duración de 10 meses, iniciándose en junio de 2022 y en junio de 2024, respectivamente, y terminando en marzo del año siguiente.

Métodos de campo

Mensualmente se recolectaron 30 ejemplares al azar, sin dañar el biso, a lo largo de diferentes ristras mediante buceo libre. Se eliminó el *fouling* y se obtuvieron el peso total (Pt), la longitud anteroposterior (Lt), la longitud dorsoventral (desde el umbo hasta el borde posterior de la concha; Al) y el grosor o longitud entre valvas (Gr) de la concha de cada ejemplar.

Parámetros ambientales

Mensualmente se midieron la temperatura (°C) y la salinidad (UPS) con un detector multiparamétrico YSY 550A. Para estimar la relación entre el ciclo de nutrientes y la temperatura con las variables biométricas, los meses se designaron como de estratificación (E) y surgencia (S).

Análisis biométrico

Se obtuvieron los promedios mensuales de peso total (Pt), longitud total (Lt), altura (Al) y grosor (Gr). Se graficaron los valores de Pt - Lt de cada ciclo de cultivo, usando el modelo de regresión lineal entre Lt – Al y Lt – Gr, según la fórmula:

$$Y = a\,X + b$$

La Lt se empleó como variable independiente.

Se analizó la relación alométrica exponencial entre el peso total con la longitud, según la fórmula:

$$Ps = a\,Lt^{\,b}$$

Los parámetros a y b se estimaron mediante regresión de mínimos cuadrados.

.

Crecimiento

Se estimó la tasa instantánea de crecimiento relativa (TCR) en masa total (Pt) y de las variables biométricas (Lt, Al, Gr), según la fórmula de Hastings y Gutknecht (1976):

$$TCR = (Ln\,(X_2 / X_1)\,/tiempo) * 100$$

Donde X_1 y X_2 son los valores promedio inicial y final de un lapso de días transcurridos durante el cultivo.

Análisis de datos

Los parámetros biométricos de cada ciclo se relacionaron con la temperatura, un indicador de la productividad primaria en los meses de surgencia (S) y de estratificación (E) (Acosta *et al.* 2002, 2012; Arrieche *et al.* 2002). Los promedios mensuales de las variables biométricas se analizaron por medio de un análisis de varianza sencillo entre meses, y entre los períodos de surgencia y estratificación. Las diferencias significativas se comprobaron mediante una prueba a posteriori de Scheffé (Zar, 1996).

RESULTADOS

Parámetros biométricos

Los ciclos de cultivo 2022-2023 (C22) y 2024-2025 (C24), mostraron incrementos del peso total y dimensiones de la concha graduales, sin cambios significativos entre agosto y noviembre de la Lt de C22; mientras que en C24 la Lt no incrementó significativamente, el Pt de ambos cultivos incrementó el doble cada dos meses a partir de noviembre. Entre meses se detectaron diferencias significativas en las variables biométricas ($P < 0,05$; Tabla 1).

Tabla 1. Variación mensual del peso total, la longitud total, la altura y el grosor de la concha del mejillón marrón (*Perna perna*). A. Ciclo 2022-2023. B. Ciclo 2024-2025. Peso total (Pt), longitud total (Lt), altura (Al), grosor (Gr). Cantidad de organismos (N). Periodo (P). Estratificación (E). Surgencia (S). Superíndices indican diferencias significativas ($P < 0,05$).

Table 1. Monthly variation in total weight, total length, height, and shell thickness of the brown mussel (*Perna perna*). A. 2022–2023 cycle. B. 2024–2025 cycle. Total weight (Pt), total length (Lt), height (Al), shell thickness (Gr). Number of organisms (N). Period (P). Stratification (E). Upwelling (S). Superscripts indicate significant differences ($P < 0.05$).

A.	**Mes**	**P**	**N**	**Pt**		**Lt**		**Al**		**Gr**	
				g		cm		cm		cm	
	Jun	S	30	5,50 ± 2,15	a	3,68 ± 0,47	a	2,00 ± 0,39	a	1,07 ± 0,20	a
	Jul	S	30	8,37 ± 4,78	a,b	4,44 ± 0,77	a	2,34 ± 0,30	a	1,42 ± 0,27	a,b
	Ago	E	30	10,83 ± 3,11	b	5,04 ± 0,52	a,b	2,54 ± 0,32	a	1,50 ± 0,19	b
	Sep	E	30	10,80 ± 3,94	b	5,10 ± 0,62	a,b	2,62 ± 0,25	a	1,60 ± 0,22	b,c
	Oct	E	30	11,57 ± 3,40	b	5,11 ± 0,52	a,b	2,54 ± 0,31	a	1,52 ± 0,23	b
	Nov	E	30	12,13 ± 3,59	b	5,29 ± 0,52	a,b	2,68 ± 0,24	a	1,72 ± 0,19	b,c
	Dic	S	30	17,33 ± 4,37	c	6,10 ± 0,55	b,c	2,69 ± 0,57	a	2,29 ± 0,48	c
	Ene	S	30	22,20 ± 4,82	c	6,73 ± 0,51	c	3,34 ± 0,26	b	2,18 ± 0,16	c
	Feb	S	30	31,77 ± 4,05	d	7,90 ± 0,37	d	3,89 ± 0,30	b	2,51 ± 0,13	c
	Mar	S	30	35,30 ± 7,29	d	7,75 ± 0,74	d	3,74 ± 0,34	b	2,49 ± 0,26	c

B.	**Mes**	**P**	**N**	**Pt**		**Lt**		**Al**		**Gr**	
				g		cm		cm		cm	
	Jun	S	30	2,37 ± 1,07	a	2,72 ± 0,39	a	1,63 ± 0,30	a	1,63 ± 0,30	a
	Jul	S	30	2,53 ± 1,28	a	2,99 ± 0,45	a	1,84 ± 0,21	a	1,84 ± 0,21	a
	Ago	E	30	9,40 ±4,82	b	4,50 ± 0,80	a,b	2,49 ± 0,36	b	2,49 ± 0,36	b
	Sep	E	30	8,21 ± 3,63	b	4,36 ± 0,60	a,b	2,47 ± 0,35	b	2,47 ± 0,35	b
	Oct	E	30	9,17 ± 3,43	b	4,70 ± 0,61	a,b	2,60 ± 0,26	b	2,60 ± 0,26	b
	Nov	E	30	11,18 ± 5,46	b	4,70 ± 0,91	a,b	2,80 ± 0,43	b	2,80 ± 0,43	b
	Dic	S	30	13,53 ± 4,53	b	5,05 ± 0,56	b,c	2,77 ± 0,27	b	2,77 ± 0,27	b
	Ene	S	30	14,51 ± 3,41	b,c	5,31 ± 0,42	c	2,83 ± 0,19	b	2,83 ± 0,19	b
	Feb	S	30	20,13 ± 4,70	c	5,73 ± 0,52	d	3,05 ± 0,44	b	3,05 ± 0,44	b,c
	Mar	S	30	27,66 ± 6,21	d	7,04 ± 0,62	d	3,62 ± 0,26	c	3,62 ± 0,26	c

El mejillón marrón tiene una forma oblonga y alargada, con tendencia a engrosarse en los ejemplares más grandes. Las relaciones alométricas lineales de cada ciclo muestran una tendencia a incrementarse de manera uniforme, con escasa dispersión de los datos y coeficientes de determinación significativos ($r^2 = 0,90$). Entre los dos ciclos de cultivo, los coeficientes de regresión de las relaciones Lt – Al y Lt – Gr fueron similares (Fig. 1). Los coeficientes de regresión de la relación alométrica entre el peso total con la longitud del ciclo C24 ($Pt = 0,0002Lt^{2,82}$; $r^2 = 0,82$), el peso total con la altura ($Pt = 0,0002Al^{3,25}$; $r^2 = 0,87$), y el peso total con el grosor ($Pt = 0,0002Gr^{2,80}$; $r^2 = 0,89$) de la concha, fueron isométricos ($b = 3$).

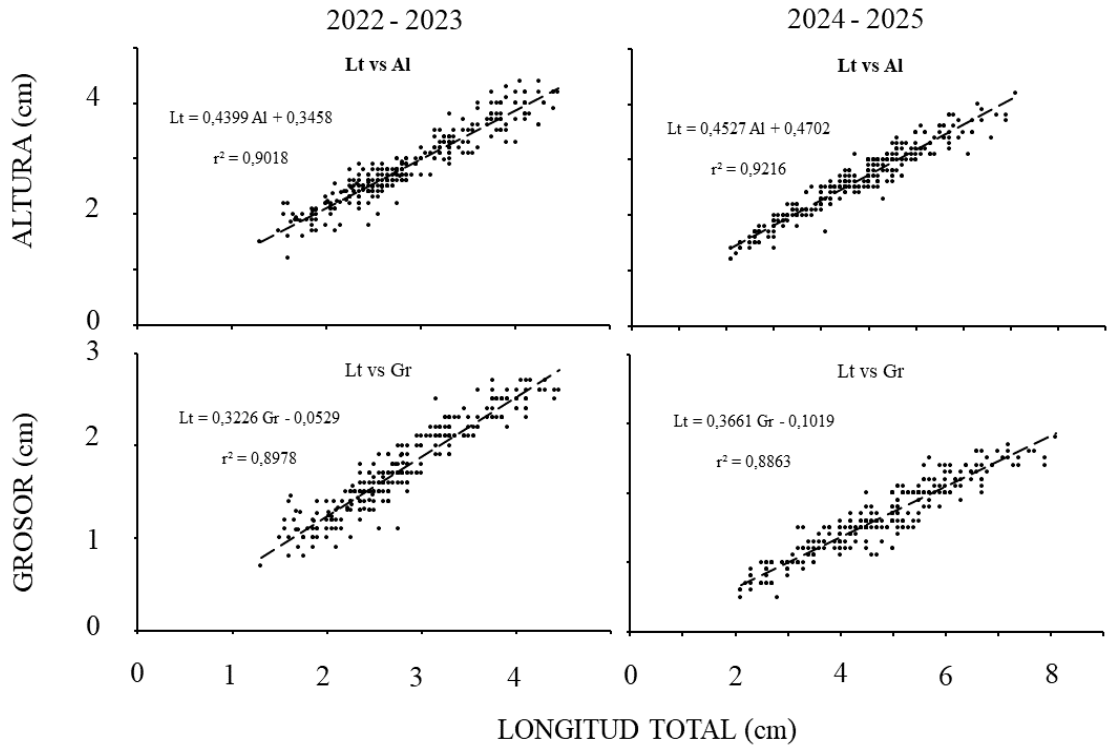

Figura 1. Relación alométrica lineal durante los ciclos de cultivo 2022-2023 (C22) y 2024-2025 (C24). Se indican la ecuación de regresión y el coeficiente de determinación (r^2).

Figure 1. Linear allometric relationship during the 2022-2023 (C22) and 2024-2025 (C24) culture cycles. The regression equation and the coefficient of determination (r^2) are shown.

Crecimiento

Las tasas de crecimiento presentaron valores mínimos en los primeros meses del cultivo, con un ascenso a partir de octubre-noviembre (C22: 0,098 cm/d y C24: 0,50 g/d), e incrementos hasta enero-febrero, que disminuyeron posteriormente. Mientras que en el C24 el peso aumentó entre enero y marzo. La tasa de crecimiento de Pt total fue similar en ambos ciclos (Tabla 2).

Tabla 2. Tasas de crecimiento del peso total (Pt: g/día) y de la longitud total (Lt: mm/día) del mejillón marrón (*Perna perna*) en los ciclos de cultivo C22 y C24. Se indican las tasas de crecimiento entre dos muestreos consecutivos, y la total entre la medida inicial y final del cultivo (Total). Períodos (P) de surgencia (S) y de estratificación (E). El ciclo C22 duró 283 días y el C24, 233 días.

Table 2. Growth rates for total weight (Pt: g/day) and total length (Lt: mm/day) of the brown mussel (*Perna perna*) during culture cycles C22 and C24. Growth rates are shown for each pair of consecutive sampling events and for the entire culture period, from the initial to the final measurement (Total). Upwelling (S) and stratification (E) periods (P). Cycle C22 lasted 283 days, and C24 lasted 233 days.

Período	P	Pt g/día	Lt mm/día	Pt g/día	Lt mm/día
		C22		C24	
Jun - Jul	E	0,10	0,25	0,02	0,30
Jul - Ago	E	0,07	0,18	0,20	0,44
Ago - Sep	E	0,00	0,02	-0,04	-0,04
Sep - Oct	E	0,02	0,00	0,03	0,11
Oct - Nov	E	0,03	0,10	0,50	0,00
Nov - Dic	S	0,14	0,23	0,08	0,12
Dic - Ene	S	0,16	0,20	0,03	0,07
Ene - Feb	S	0,31	0,38	0,22	0,16
Feb - Mar	S	0,12	-0,05	0,27	0,47
Total		0,11	0,01	0,11	0,19

Parámetros ambientales

La temperatura mensual de ambos ciclos presentó una tendencia similar: aumentó de junio a noviembre, alcanzó su valor máximo y descendió, con un mínimo en febrero de 2026, y registró valores más altos en 2023. La salinidad presentó mayores oscilaciones entre meses durante el ciclo C22, con caídas que coincidieron con el lapso de precipitaciones en la región nororiental (Fig. 2).

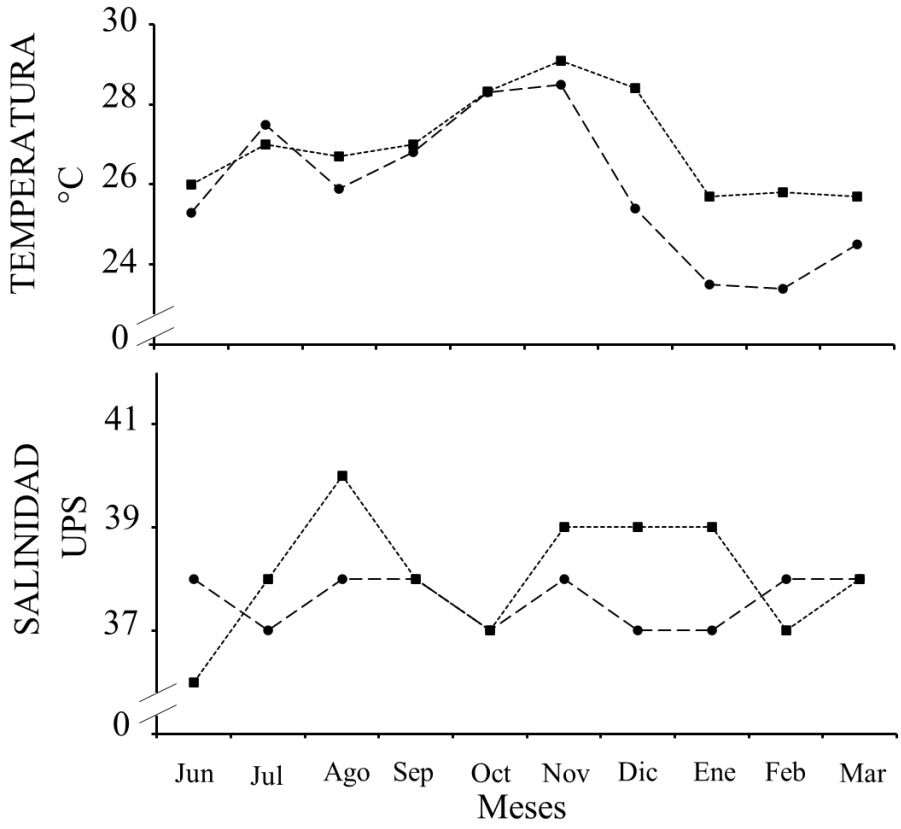

Figura 2. Variación mensual de la temperatura (°C) y la salinidad (UPS) en La Fragata. Ciclo de cultivo 2022-2023 (C22): cuadro y línea punteada. Ciclo de cultivo 2024-2025 (C24): círculo y línea segmentada.
Figure 2. Monthly variation in temperature (°C) and salinity (PSU) at La Fragata. 2022-2023 culture cycle (C22): square and dotted line. 2024-2025 culture cycle (C24): circle and dashed line.

DISCUSIÓN

Los ejemplares recolectados en ambos ciclos de cultivo fueron morfológicamente uniformes, con proporciones similares entre las medidas de la concha. Las semillas destinadas al cultivo presentaron diferencias de tamaño. El mejillón puede desovar parcial o totalmente, vaciando por completo las gónadas y, en condiciones de buena disponibilidad de alimento, producir gametos y realizar múltiples desoves al año (Acosta *et al.* 2006, Arrieche *et al.* 2002). Lasiak y Dye (1989) proponen que las diferencias en los parámetros poblacionales se relacionan con la dispersión aleatoria de las larvas entre las poblaciones. Los cultivos principalmente son realizados con semilla silvestre y se avanza en el establecimiento de una unidad de producción de semillas de bivalvos, que pudiera dotar de semillas a las comunidades del Golfo de Cariaco. Asimismo, evitar problemas poblacionales en el ecosistema derivados de la extracción de juveniles. Sin embargo, el análisis biométrico fue robusto y demostró que ambas cohortes presentaron las mismas tendencias de variación del tamaño a lo largo del ciclo de cultivo.

Los valores del coeficiente de determinación indicaron dispersión de los datos, que puede deberse a la humedad de la cavidad del manto, restos de biso y, posiblemente, restos de organismos incrustantes, lo que provoca esa desviación de la correlación por la manipulación; por ello, es recomendable aplicar el modelo de crecimiento alométrico con el peso seco. Urbano *et al*. (2005) identificaron un morfotipo con características intermedias entre el mejillón marrón y el mejillón verde, ambos observados con frecuencia en los cultivos. El modo de reproducción de los bivalvos, la fertilización externa, la duración del estadio larval y las

corrientes reúnen condiciones que favorecen poblaciones heterogéneas y una alta dispersión desde el lugar de origen. Sin embargo, hasta el momento no se han realizado estudios comparativos de los gametos de diferentes localidades que permitan caracterizar la supervivencia, la fijación y el crecimiento, entre otros indicadores, y se supuso que pertenecen a la misma población.

Las semillas del C22 fueron de mayor tamaño y alcanzaron mayor peso y talla al final del cultivo. En este grupo de bivalvos, los incrementos del tamaño de la concha se correlacionaron positivamente con los tejidos blandos (Arrieche *et al.* 2002, Pérez *et al.* 2012), siendo más apreciados los organismos de mayor tamaño y la calidad de la carne. La tasa de crecimiento relativo (TCR) fue similar en ambos ciclos de cultivo, con los valores mínimos los meses de mayor temperatura superficial del agua de mar o estratificación, seguido de un ascenso del TCR y del peso total al descender la temperatura durante la surgencia, al incrementar la productividad primaria (Freites *et al.* 2012, Lodeiros y Freites 2008). La talla inicial del cultivo es un indicador de la talla estimada para la cosecha de 8 meses de duración y de la cantidad de tejido que se espera obtener. La talla de *Mytilus platensis* presentó diferencias significativas entre densidades del cultivo e interacción positiva con el desdoble (Isola y Marques 2020, Marques *et al.* 2020). En La Fragata el mejillón marrón creció mensualmente, alcanzando la talla mínima para la comercialización a partir del tercer mes de cultivo, haciendo desdobles parciales que reducen la competencia por el alimento, el espacio y obtener ejemplares de mayor tamaño.

La cosecha del mejillón se realiza durante el período de menor temperatura del agua, cuando se alcanza la madurez gonadal y el mayor peso de los tejidos blandos, propicios para su comercialización. En estudios preliminares se demostró que la condición fisiológica oscila mensualmente, con valores máximos en los meses de alta productividad primaria y caídas asociadas a la temperatura, principal modulador del ciclo de vida de los bivalvos (Arrieche *et al*. 2002, Lodeiros y Freites 2008). En Sudáfrica, las especies de mejillones cultivadas en los océanos Atlántico e Índico prefieren las bajas temperaturas para alcanzar una talla mayor (Van Erkom Schurink y Griffiths 1993). En el cultivo de *Aulacomya atra* y *Choromytilus chorus* en Chile, alcanzan la talla óptima para la cosecha a los 18 y 19 meses, respectivamente (Avendaño *et al*. 2016).

Las tasas de crecimiento de los mejillones fueron buenos indicadores de los períodos de estratificación y surgencia, ascendiendo a partir de noviembre del C22, y en C24 se registraron entre octubre-noviembre y enero. La tasa de crecimiento estuvo en concordancia con la disminución de la temperatura del agua, que presenta oscilaciones interanuales y respuestas relevantes en el engorde y la condición fisiológica, lo cual puede orientar el manejo del cultivo, dado que el período de surgencia es un fenómeno estacional que varía de un año a otro. Las tasas de crecimiento de ambos ciclos fueron superiores a las reportadas en *Mytella strigata* (Diarte-Plata *et al.* 2013) y *Mitylus platensis* (Isola y Marques 2020), y similares a las obtenidas por Acosta *et al*. (2012). Durante la surgencia, ambos sexos alcanzan la madurez sexual, con proliferación del tejido gonadal tanto en los órganos como en el manto; el estado óptimo para la cosecha es el de mayor rendimiento en carne (Arrieche *et al*. 2002). Izzagaha *et al.* (2021) obtuvieron tasas de crecimiento similares en dos ciclos de cultivo consecutivos de 7 meses del mejillón marrón. En el Golfo de Cariaco se han detectado diferencias significativas entre ciclos de cultivo, profundidades, períodos de estratificación y surgencia en los cultivos del mejillón marrón, el mejillón verde y la ostra perla (Acosta *et al*. 2012, García *et al*. 2016, Pérez *et al*. 2016). Lodeiros *et al*. (2015), obtuvieron mayores tasas de crecimiento del mejillón marrón cultivado en el canal de la laguna de Chacopata, donde hay mayor aporte de alimento, y el flujo de la marea favorece la tasa de filtración (Arrieche *et al*. 2010).

Para optimizar este modelo de producción, se debe integrar la fisiología energética, las variables ambientales, la disponibilidad de alimento y la densidad de siembra, dado el potencial de filtración de los bivalvos (Freire y Crespo, 2025), y evitar que el cultivo cause un aclaramiento de las microalgas con efectos colaterales en la cadena trófica. Se recomienda que el cultivo de organismos filtradores se realice en sistemas abiertos con alta productividad primaria (Lodeiros *et al*. 2008, 2013; Freites *et al.* 2016). El cultivo del mejillón en el Golfo de Cariaco es una actividad artesanal realizada por comunidades locales que usan técnicas similares de obtención de semilla, siembra y cantidad de ristras. Las cuales están sujetas a las oscilaciones climáticas y es probable que la topografía submarina y las corrientes marinas ejerzan un efecto sinérgico sobre la productividad primaria y el engorde de los organismos. La acuicultura en sistemas abiertos como el Golfo de Cariaco presenta condiciones ambientales estables que garantizan las actividades de acuicultura con el mejillón y otras especies de bivalvos, apreciados en la gastronomía local y con equivalentes en otras latitudes, con potencial para su incorporación en actividades de conservación de bancos, así como para desarrollar planes de cultivo a pequeña y mediana escala.

AGRADECIMIENTOS

A FIDAES por el apoyo brindado para realizar esta investigación.

Declaración de conflicto de intereses de los autores

Los autores no tienen conflictos de interés relacionados con la publicación de este trabajo.

Declaración de buenas prácticas en el uso de animales

La manipulación y el procesamiento de los organismos se realizaron sin causar daño colateral y en el menor tiempo posible. Se tomaron en cuenta las normas de bioética de Kilkenny *et al*. (2010) sobre la investigación con animales: presentación de informes sobre experimentos *in vivo* y el principio de las 3R (reemplazo, reducción y refinamiento), que complementa las directrices ARRIVE.

Declaración de contribución de los autores (CrediT)

Lisandro Riera, Hermes López y Anlenys Arcia: diseño experimental, cultivo de organismos, análisis de muestras, transcripción de datos, conceptualización, redacción. Maira Mago: diseño experimental, cultivo de organismos, conceptualización, redacción. Eudimar de Abreu: cultivo de organismos, análisis de muestras, transcripción de datos. Sergio Bruce: diseño experimental, cultivo de organismos, análisis de muestras, transcripción de datos, conceptualización. José Miguel Salazar: conceptualización, análisis estadístico, redacción. Dwight Arrieche: conceptualización, análisis estadístico, redacción.

REFERENCIAS

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., Montes M., Cortez R., Guevara M., Lodeiros C. (2012). Crecimiento del mejillón verde *Perna viridis* (Bivalvia: Mytilidae) bajo sistema de cultivo de fondo en la ensenada de Turpialito, Golfo de Cariaco, Venezuela. *Revista de Biología Tropical* 60(4):1749-1762. DOI: 10.15517/rbt.v60i4.2178

Arrieche D., Licet B., García N., Lodeiros C., Prieto A.S. (2002). Índice de condición, gonádico y de rendimiento del mejillón marrón *Perna perna* (Bivalvia: Mytilidae), del Morro de Guarapo, Venezuela. *Interciencia 27*:613-619.

Arrieche D., Maeda-Martínez A.N., Farias-Sánchez J.A., Saucedo P.E. (2010). Biological performance of the penshell *Atrina maura* and mussel *Mytella strigata* under different water flow regimes. *Ciencias Marinas* 3(3):237-245.

Avendaño M., Cantillánez M., González J. (2016)). Evaluation of culture of the mussels *Chromytilus chorus* and *Aulacomya ater* (Molina) in Northern coasts of Chile. *Aquaculture Research* 48(7):1-12. DOI: 10.1111/are.13181

Capelo, J. C., Buitrago J. (1998). Distribución geográfica de los moluscos marinos en el oriente de Venezuela. Memoria Fundación La Salle de Ciencias Naturales 58(150): 109-160.

CONABIO (2017). Análisis de riesgo Rápido de *Perna perna*. Sistema de información sobre especies invasoras en México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México DF.

Diarte-Plata G., Escamilla-Montes R., De la Cruz G., Granados-Alcantar S., Alvarez-Ruíz P. (2013). Crecimiento y supervivencia del mejillón *Mytella strigata* (Bivalvia: Mytilidae) en cultivo suspendido en la Laguna Macapule, Sinaloa, México. *Hidrobiológica* 23(3):374-385. https://hidrobiologica.izt.uam.mx/index.php/revHidro/article/view/656

FAO. (2026). El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2026: Transformación azul. De la visión a la repercusión. FAO, Roma. https://www.fao.org/publications/fao-flagship-publications/the-state-of-world-fisheries-and-aquaculture/es

Freire W., Crespo D. (2025). Efecto de la presencia de mejillones invasores en piscinas de engorde de camarón *Litopenaeus vannamei* en el sector de Puerto El Morro – Ecuador. *Reincisol* 4(7):1620-1639. https://doi.org/10.59282/reincisol.V4(7)1620-1639

García M., Lodeiros-Seijo C., Freites L., Córdova H., Mazón-Suástegui J. M., Babarro J. (2016). Comparative performance of the mussels *Perna perna* and *Perna viridis*, cultivated at different depths. *Brazilian Journal of Oceanography* 64(3):249-262. DOI: 10.1590/S1679-87592016113906403

Hastings D., Gutknetcht E. (1976). Ionic relations and the regulation of turgor in the marine alga *Valonia macrophysa*. *Journal of Membrane Biology* 28:263-275. https://doi.org/10.1007/BF01869700

Isola B., Marques T. (2020). Efecto de la densidad sobre el crecimiento en fase de engorde del mejillón, *Mytilus edulis platensis*, en el golfo San Jorge, Patagonia Argentina. *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 55(3):263-269. https://doi.org/10.22370/rbmo.2020.55.3.2590

Kilkenny C., Browne W. J., Cuthill I. C., Emerson M., Altman D. G. (2010). Improving Bioscience Research Reporting: The ARRIVE Guidelines for Reporting Animal Research. *PLoS Biology* 8(6):e1000412. https://doi.org/10.1371/journal.pbio.1000412

Lasiak T., Dye A. (1989). The ecology of the Brown mussel *Perna perna* in Transkei, Southern Africa: implications or the management of a traditional food resource. *Biological Conservation* 47:245-257. https://doi.org/10.1016/0006-3207(89)90068-2

Lodeiros C., Aponte A., Acosta V., Márquez A., Freites L., Uribe E., Losada W. (2013). Cultivo de los mejillones *Perna perna* y *Perna viridis* (Bivalvia: Mytilidae) en la laguna de Chacopata, península de Araya, estado Sucre, Venezuela. *Zootecnia Tropical* 31(1):5-15.

Lodeiros C., Freites L. (2008). Estado actual y perspectivas del cultivo de moluscos bivalvos en Venezuela. In: A. Lovatelli, I. Uriarte & A. Farías (eds.). Estado actual del cultivo y manejo de moluscos bivalvos y su proyección futura: factores que afectan su sustentabilidad en Latinoamérica. Taller Técnico Regional, Puerto Montt, Chile, 2007. FAO Actas de Pesca y Acuicultura, Roma, pp. 135-150.

Marques B., Isola T., Soto G., Saixso H. (2020). Efectos de la densidad de siembra y el desdoble sobre el crecimiento y la supervivencia en un cultivo suspendido experimental del mejillón *Mytilus platensis* D´Orgibigny, 1842, en el Golfo de San Jorge, Argentina. *Marine and Fishery Sciences* 33(1):5-19. https://doi.org/10.47193/mafis.3312020061801

McKindsey C.W., Archambault P., Calier M.D., Olivier F. (2011). Influence of suspended and off-bottom mussel culture on the sea bottom and benthic habitat: a review. *Can*adian *Journal of Zool*ogy 89: 22-64. https://doi.org/10.1139/z11-037

Izzabaha O., Dergoun A., Bounacir A., Gjiije A., Chattou E.A., Idhalla M. (2021). Growth rate, condition index and culture potential of the brown mussel *Perna perna* (Linnaeus, 1758) reared in a submerged longline system in Dakhla Bay, Morocco. *Egyptian Journal of Aquatic Biology and Fisheries* 25(4):823-837. https://doi.org/10.21608/EJABF.2021.195268

Pérez E., Lodeiros C., Semidey D., Uribe E., Freites L. (2016). Crecimiento, supervivencia e influencia de factores ambientales en tres cohortes de la ostra perla *Pinctada imbricata*, en cultivo suspendido en el Golfo de Cariaco, Venezuela. *Latin American Journal of Aquatic Research* 44(1):99-112. https://doi.org/10.3856/vol44-issue1-fulltext-10

Urbano T., Lodeiros C., De Donato M., Acosta V., Arrieche D., Núñez M., Himmelman J.H. (2005). Crecimiento y supervivencia de los mejillones *Perna perna*, *Perna viridis* y de un morfotipo indefinido bajo cultivo suspendido. Growth and survival of the mussels *Perna perna*, *Perna viridis* and an undefined morphotype in suspended culture. *Ciencias Marinas* 31(3):517-528. https://doi.org/10.7773/cm.v.3113.50

Van Erkom Schurink C., Griffiths C. L. (1993). Factors affecting relative rates of growth in four South African mussel species. *Aquaculture* 109:257-273. https://doi.org/10.1016/0044-8486(93)90168-X

Vélez A., Freites L., Himmelman J.H., Senior W., Marín N. (1995). Growth of the tropical scallop, *Euvola* (*Pecten*) *ziczac* in bottom and suspended culture in the Golfo de Cariaco, Venezuela. *Aquaculture* 136:257-276. https://doi.org/10.1016/0044-8486(95)01055-6

Zar, J. H. (1996). *Biostatistical analysis*. Prentice Hall, New Jersey.