



The Biologist (Lima)



ORIGINAL ARTICLE / ARTÍCULO ORIGINAL

POPULATION DENSITY OF *PACHYOLIVA COLUMELLARIS* (G. B. SOWERBY I, 1825) (MOLLUSCA, GASTROPODA) IN A SANDY BEACH FROM PROVINCE OF MANABÍ, ECUADOR

DENSIDAD POBLACIONAL DE *PACHYOLIVA COLUMELLARIS* (G. B. SOWERBY I, 1825) (MOLLUSCA, GASTROPODA) EN UNA PLAYA ARENOSA DE LA PROVINCIA DE MANABÍ, ECUADOR

Michelle Minchala^{1,*} & René Zambrano²

¹ Carrera de Biología, Facultad de Ciencias Naturales, Universidad de Guayaquil, Guayaquil CP. 090601, Ecuador. michelle.minchalasi@outlook.com

² Instituto Superior Tecnológico Luis Arboleda Martínez – Extensión Jaramijó, Carrera de Tecnología Superior en Acuicultura, Jaramijó CP. 132150, Ecuador. eddie_zam89@hotmail.com

* Corresponding author: michelle.minchalasi@outlook.com

Michelle Minchala:  <https://orcid.org/0009-0003-6062-8158>

René Zambrano:  <https://orcid.org/0000-0002-0603-7475>

ABSTRACT

Pachyoliva columellaris (G. B. Sowerby I, 1825) is a snail species common in the intertidal zone of sandy beaches. The objective of this study was to determine the population density and size frequency distribution on the beach between Punta Blanca and Punta Prieta, Province of Manabí. Sampling was carried out between June and July 2023, during low tide, through linear transects parallel to the coast, arranged in two strata (lower and upper). Samples were collected with a shovel 25 cm wide and 20 cm long, sieved with a 1 mm mesh. In each sample, the number of *P. columellaris* individuals was counted, and their lengths (shell length, LH in Spanish) were recorded using a millimetric paper. Population density was highly variable, with significant differences between transects and an average of 11 ind./500 cm². Population densities were similar between strata. Size frequency distributions of *P. columellaris* showed two main modes for the total data (5.71 mm LH and 9.91 mm LH), lower (6.44 mm LH and 9.79 mm LH), and upper strata (5.40 mm LH and 9.94 mm LH). The modes showed that small individuals (< 8 mm LH) preferred the upper strata and large individuals (> 8 mm LH) preferred the lower strata. Population densities of *P. columellaris* are highly variable due to population changes associated with tidal dynamics. Comparisons between studies should be made with caution due to methodological differences.

Keywords: Kernel density estimator – shell length – size frequency distribution – Tidal dynamic

Este artículo es publicado por la revista *The Biologist (Lima)* de la Facultad de Ciencias Naturales y Matemática, Universidad Nacional Federico Villarreal, Lima, Perú. Este es un artículo de acceso abierto, distribuido bajo los términos de la licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional (CC BY 4.0) [<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es>] que permite el uso, distribución y reproducción en cualquier medio, siempre que la obra original sea debidamente citada de su fuente original.



DOI: <https://doi.org/10.62430/rtb20252311949>

RESUMEN

Pachyoliva columellaris (G. B. Sowerby I, 1825) es una especie de caracol, abundante en la zona intermareal de las playas arenosas. El objetivo del presente trabajo fue determinar su densidad poblacional y distribución de frecuencia de tallas en la playa comprendida entre Punta Blanca-Punta Prieta, Provincia de Manabí, Ecuador. El muestreo se realizó entre junio y julio 2023, durante la bajamar, a través de transectos lineales paralelos a la costa, dispuestos en dos estratos (inferior y superior). Las muestras fueron recolectadas utilizando una pala de 25 cm de ancho y 20 cm de largo, tamizadas con un cedazo de 1 mm de luz de maya. En cada muestra se contó el número de individuos de *P. columellaris* y se registraron las tallas (longitud de la heliconcha, LH) mediante una hoja milimétrica. La densidad poblacional fue muy variable, con diferencias significativas entre transectos y un promedio de 11 ind./500 cm². La densidad poblacional fue similar entre estratos. Las distribuciones de frecuencia de tallas de *P. columellaris* presentaron dos modas principales, para el total de los datos (5,71 y 9,91 mm LH), estrato inferior (6,44 y 9,79 mm LH) y superior (5,40 y 9,94 mm LH). Las modas mostraron que, los individuos pequeños (< 8 mm LH) prefirieron el estrato superior y los grandes (> 8 mm LH) el superior. La densidad poblacional de *P. columellaris* es altamente variable debido a cambios poblacionales relacionados con la dinámica de mareas. La comparación entre estudios debe realizarse con cautela debido a diferencias metodológicas.

Palabras clave: Dinámica de mareas – distribuciones de frecuencia de tallas – Estimadores de densidad por Kernel – longitud de la heliconcha

INTRODUCCIÓN

El género *Pachyoliva* Olsson, 1956 (Latreille, 1825, Olividae) posee dos especies de caracoles distribuidos en la costa Oeste de América, *P. semistriata* (Gray, 1839) y *P. columellaris* (G. B. Sowerby I, 1825) (Kantor *et al.*, 2017). La primera se encuentra desde Centroamérica hacia el norte y la segunda en Sudamérica (Olson, 1956). Los estudios de colecciones biológicas han mostrado dificultades en la identificación de especies, para las familias Olividae y Olivellinae (Pliego-Cárdenas & González-Pedraza, 2011). En este sentido, los registros de *P. semistriata* al sur de Colombia se explican como confusiones taxonómicas (Troost *et al.*, 2012). La confusión entre *P. semistriata* y *P. columellaris* ha sido tratada mejorando la caracterización morfológica y la identificación de especies en playas de Panamá, donde existe un solapamiento en su distribución (Troost *et al.*, 2012).

Pachyoliva columellaris es una de las especies más abundantes en la comunidad bentónica, de la zona intermareal, en playas arenosas de Ecuador y Perú (Ramírez *et al.*, 2003; Aerts *et al.*, 2004; Villamar & Cruz, 2007; Alemán *et al.*, 2017; Hernández-Arteaga & Salazar-Zambrano, 2018). Ha sido encontrada en los sitios arqueológicos de Chan Chan (Perú) y Atacames (Ecuador) como objetos ornamentales e.g., pulseras, collares, pendientes, utilizados por aborígenes (Guinea-Bueno, 2015; Correa-Trigoso, 2016).

El rol ecológico de *P. columellaris* es retener materia orgánica en la zona intermareal, mediante su alimentación suspensívora y migraciones mareales (Morse & Peters, 2016). Estas características han permitido evaluar a la especie como bioindicadora (Hernández-Arteaga & Salazar-Zambrano, 2018).

Los estudios poblacionales de *P. columellaris* son limitados. Existe un reporte de densidad en dos playas de Ecuador (Punta Carnero, Monteverde), uno en Perú que incluye migraciones mareales y uno en El Salvador que aborda aspectos de la respiración de la especie (Schuster, 1952; Peters, 2023; Quintero-Colobón, 2023). Las especies bentónicas responden a las características y cambios del ambiente físico y ambiental de su hábitat por lo que, pueden ser utilizadas como indicadores del estado de salud del ecosistema (Rabaoui *et al.*, 2019).

El objetivo del presente trabajo fue determinar la densidad poblacional y la distribución de tallas de *P. columellaris* en la playa comprendida entre los sitios Punta Blanca y Punta Prieta, Provincia de Manabí, Ecuador. Esta playa posee una baja actividad antropogénica y nuestros resultados pueden servir como línea base para identificar cambios físicos y ambientales reflejados en la población de *P. columellaris*.

MATERIAL Y MÉTODOS

El área de estudio fue la zona intermareal de la playa arenosa ubicada entre los sitios Punta Blanca y Punta

Prieta, Cantón Jama, Provincia de Manabí, Ecuador (Figura 1). En este sector se observó una baja actividad antropogénica, que incluyó la pesca con chinchorro de playa y unos turistas caminando.

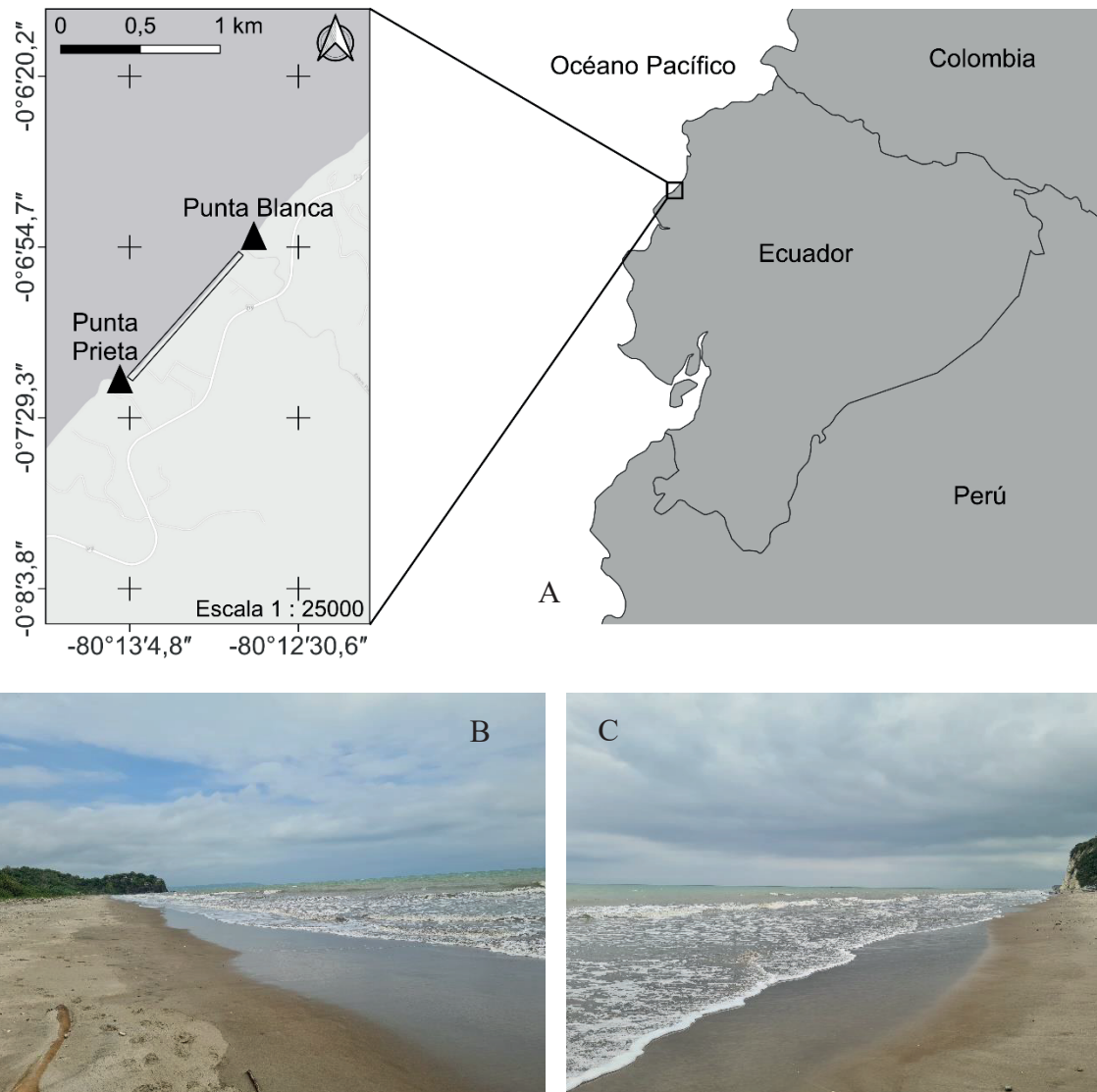


Figura 1. A: ubicación geográfica el área de estudio, Cantón Jama, Provincia de Manabí, Ecuador. B: vista hacia Punta Prieta. C: vista hacia Punta Blanca.

El muestreo se realizó entre junio y julio 2023, durante la bajamar, entre las 08h00 y 11h00. Dos transectos lineales (i.e., superior e inferior) de 25 m fueron dispuestos paralelos a la costa en el sentido Norte-Sur, iniciando en Punta Blanca y terminando en Punta Prieta. Cada transecto se ubicó entre los límites de la distribución de *P. columellaris*, representando el estrato superior e inferior de la zona intermareal, replicándolos en toda el área de estudio con una separación de 50 m. Una muestra de arena

fue recolectada cada 5 m mediante una pala de 25 cm de ancho y 20 cm de largo, hasta una profundidad de 5 cm (Figura 2). Este método es análogo a los cuadrantes, los cuales se recomiendan en especies con alta abundancia (Tumbaco & Zambrano, 2023).

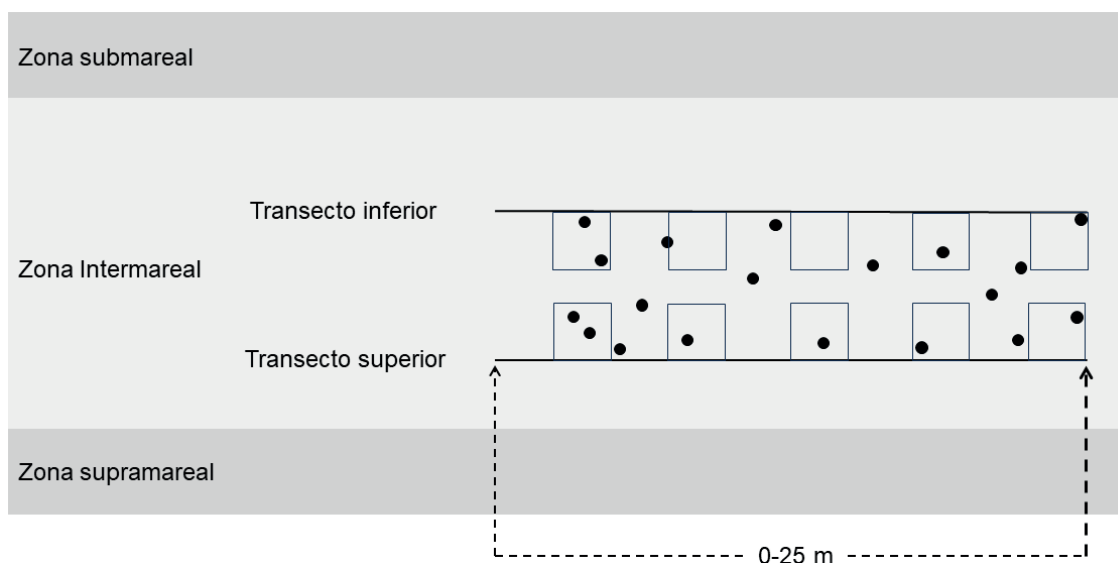


Figura 2. Método de muestreo empleado en la estimación de la densidad poblacional de *Pachyoliva columellaris*. Los cuadrados representan a las muestras recolectadas y los puntos negros a los individuos de *P. columellaris*.

La muestra de arena fue tamizada utilizando un cedazo de 1 mm de luz de maya. Los individuos recolectados fueron contados y su talla (i.e., longitud de la heliconcha-LH) registrada *in situ* empleando una hoja milimétrica (Figura 3). Posteriormente, se liberó a los individuos en su hábitat.

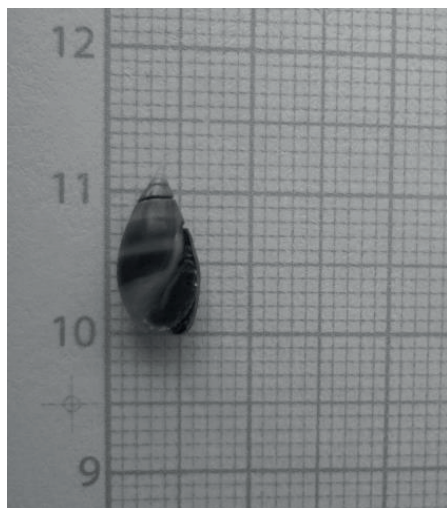


Figura 3. Registro de tallas de *P. columellaris* utilizando una hoja milimétrica.

La densidad poblacional (λ) de *P. columellaris* correspondió al número de individuos por el área de muestreo (i.e., ind./500 cm²). Se determinó la promedio, mínima, máxima y la desviación estándar, por transectos y estratos.

La distribución de frecuencia de tallas se obtuvo mediante los estimadores de densidad por Kernel, empleando la función Gaussiana. El ancho del intervalo correspondió al promedio entre el óptimo Gaussiano (Silverman, 1986) y el sobresuavizado (Scott, 1992). El origen de la distribución se estableció mediante 40 histogramas promediados (Zambrano *et al.*, 2016, 2018; Zambrano & Galindo-Cortes, 2019). Este análisis se realizó mediante las rutinas construidas para el programa estadístico Stata MP ver. 16.0, Lakeway, USA (Salgado-Ugarte, 2002; Sanvicente-Añorve *et al.*, 2003; Salgado-Ugarte & Saito-Quezada, 2020). La distribución de tallas se estimó para el total de los datos y por estrato, identificando las modas en cada caso.

A los datos de λ y tallas de *P. columellaris* se les aplicó la prueba de normalidad de Shapiro-Wilks (W), la prueba F para igualdad de varianzas (F), prueba de hipótesis de Kruskal-Wallis (H) y una comparación múltiple. Los análisis se realizaron mediante el software estadístico InfoStat (Di Rienzo *et al.*, 2020).

Aspectos éticos: Los autores señalan que todos los aspectos éticos nacionales e internacionales han sido respetados.

RESULTADOS

Un total de 11 transectos fueron analizados por cada estrato (i.e., inferiores y superiores). La densidad poblacional de *P. columellaris* fue 11 ind./500 cm², con una alta

variabilidad entre transectos y estratos. El transecto 1 y 5 mostraron la mayor y menor densidad, respectivamente, mientras que, los estratos correspondientes a los transec-

tos 2, 4, 5, 8, 9 y 10 presentaron densidades similares (Tabla 1).

Tabla 1. Densidad poblacional (ind./500 cm²) media, mínima, máxima, desviación estándar (DE), por transecto y estrato (superior, inferior), estimada para *Pachyoliva columellaris* en la zona intermareal entre Punta Blanca y Punta Prieta, Cantón Jama, Provincia de Manabí, Ecuador.

N° Transectos	Promedio transectos (ind./500 cm ²)	Mín-Máx transectos (ind./500 cm ²)	Est	Estratos (ind./500 cm ²)	Mín-Máx estratos (ind./500 cm ²)
1	30,6 (DE ± 22,44)	8 - 64	Sup	23,2 (DE ± 19,79)	8 - 55
			Inf	38,0 (DE ± 24,58)	11 - 64
2	9,1 (DE ± 3,87)	3 - 17	Sup	9,0 (DE ± 3,67)	3 - 12
			Inf	9,2 (DE ± 4,49)	6 - 17
3	9,0 (DE ± 5,40)	2 - 19	Sup	6,6 (DE ± 2,19)	4-10
			Inf	11,4 (DE ± 6,80)	2-19
4	5,9 (DE ± 2,60)	2 - 10	Sup	5,2 (DE ± 2,59)	2-9
			Inf	6,6 (DE ± 2,70)	3-10
5	4,0 (DE ± 1,76)	2 - 7	Sup	3,6 (DE ± 1,82)	2-6
			Inf	4,4 (DE ± 1,82)	2-7
6	23,0 (DE ± 19,51)	4 - 62	Sup	11,6 (DE ± 5,18)	5-19
			Inf	34,4 (DE ± 22,47)	4-62
7	11,8 (DE ± 8,52)	1 - 24	Sup	9,4 (DE ± 10,83)	1-24
			Inf	14,2 (DE ± 5,63)	8-23
8	10,5 (DE ± 6,26)	2 - 21	Sup	9,8 (DE ± 6,26)	2-18
			Inf	11,2 (DE ± 6,91)	4-21
9	5,1 (DE ± 2,77)	1 - 10	Sup	5,8 (DE ± 3,27)	1-10
			Inf	4,4 (DE ± 2,30)	2-8
10	4,7 (DE ± 3,13)	1 - 10	Sup	4,2 (DE ± 1,30)	3-6
			Inf	5,2 (DE ± 4,44)	1-10
11	6,9 (DE ± 8,46)	1 - 30	Sup	4,0 (DE ± 2,12)	2-7
			Inf	9,8 (DE ± 11,65)	1-30

En más del 50% de los transectos, los datos de densidad poblacional de *P. columellaris* presentaron una distribución normal ($W = 0,66-0,97$; $p > 0,05$) mientras que, en tallas se encontró una distribución mayoritariamente

no-normal ($W = 0,85-0,95$; $p < 0,05$). La densidad entre los transectos fue principalmente desigual ($p < 0,05$), para los datos de densidad ($F = 0,01-161,8$) y tallas ($F = 0,30-3,49$). Se presentaron diferencias significativas de

la densidad poblacional entre transectos ($H = 42,22$; $p < 0,05$), encontrando con cinco grupos con abundancia similar (Figura 4); sin embargo, no existieron diferencias

significativas de la densidad poblacional entre estratos ($H = 3,40$; $p = 0,06$).

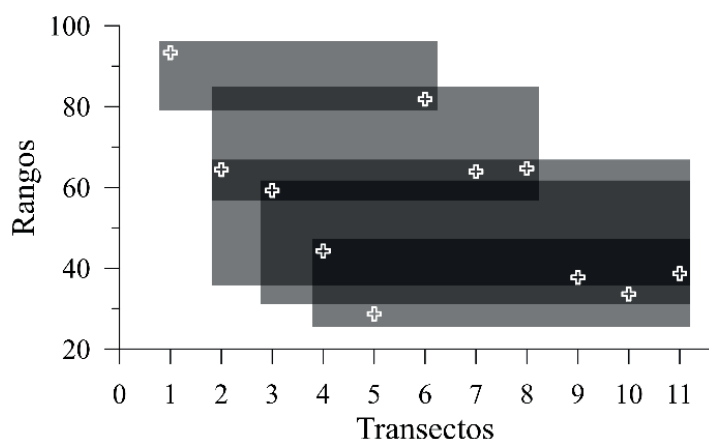


Figura 4. Recuadros agrupan los datos con densidad poblacional de *Pachyoliva columellaris* sin diferencias significativas. Valores de los rangos estimados por la prueba de Kruskal-Wallis, por transecto.

Los anchos de intervalos estimados para la distribución de frecuencia de tallas fueron 0,63, 0,68 y 0,71, para el total de los datos, estrato inferior y superior, respectivamente. Dos modas principales fueron identificadas para el total de los datos (5,71 y 9,91 mm LH), estrato inferior (6,44 y 9,79 mm LH) y superior (5,40 y 9,94 mm LH).

Las modas mostraron que, los individuos pequeños de *P. columellaris* (< 8 mm LH) prefirieron el estrato superior y los grandes (> 8 mm LH) el estrato superior. Se encontraron diferencias significativas ($H = 541,44$; $p < 0,05$) en las tallas promedio de *P. columellaris* entre transectos, así como, tres agrupaciones con valores similares (Figura 5).

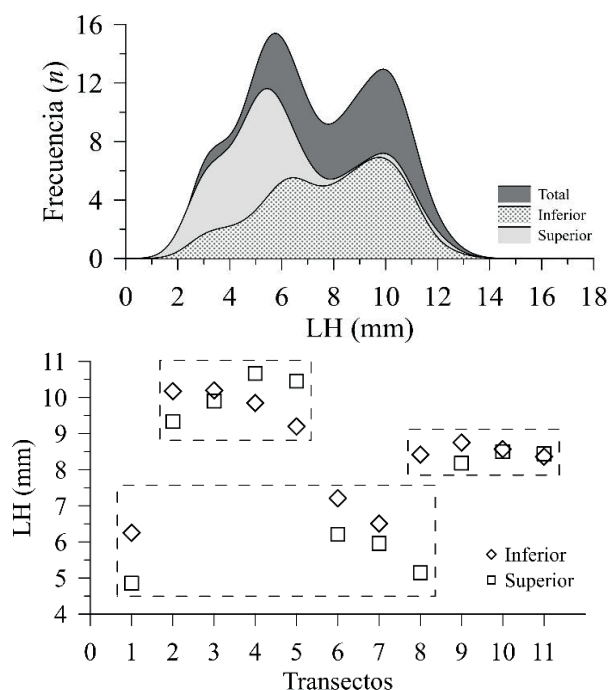


Figura 5. A: Distribuciones de frecuencia de tallas de *Pachyoliva columellaris*, para el total de datos y estratos, de la zona intermareal de Punta Blanca-Punta Prieta, Cantón Jama, Provincia de Manabí. B: Tallas promedio, por transecto y estrato. Recuadros agrupan valores sin diferencia significativa. LH = longitud de la heliconcha.

DISCUSIÓN

La densidad poblacional de *P. columellaris* fue muy variable a lo largo de la playa entre Punta Blanca-Punta Prieta, con sitios de mayor y menor abundancia; sin embargo, fue similar entre el estrato superior e inferior de su distribución. Estos resultados deben ser comparados con cautela debido a diferencias metodológicas con trabajos previos, incluyendo la unidad de medidas de la densidad poblacional. Para las playas de Tarqui, Murciélago y Liquíiqui (Manta, Provincia de Manabí, Ecuador), las densidades poblacionales, reportadas en 2017, se muestran como porcentajes de individuos capturados, con un rango de 1-70% (Hernández-Arteaga & Salazar-Zambrano, 2018).

En Ecuador, en la Provincia de Santa Elena, la densidad poblacional reportada para las playas Punta Carnero y Monteverde estuvo entre 400 y 2 500 individuos por 300 cm², sin embargo, esto hace referencia a la Familia Olividae (Quintero-Colobón, 2023). Por su parte, en la playa de Valdivia la densidad poblacional media fue 243 ind./m² de *P. columellaris* (mencionada como *Olivella semistriata*), con un valor máximo de 2 131 ind./m², para el año 1999 (Aerts *et al.*, 2004). Este último valor es muy superior al estimado en nuestro trabajo; además, registra una diferencia en la densidad poblacional entre estratos.

En la playa Colan (Perú) la abundancia estimada para *P. columellaris* fue 38 200-153 900/m² de playa, esto es, una franja de un metro de ancho a lo largo de la pendiente de playa (Peters, 2023). En la playa Los Blancos (El Salvador) se reportó un aproximado de 10 ind./100 cm², como valor referencial (Schuster, 1952). Las diferencias metodológicas impiden realizar comparaciones entre estudios, enfocadas a conocer el efecto espacial y temporal de las densidades poblacionales de *P. columellaris*. En este sentido, es necesario estandarizar la metodología de muestreo en playas arenosas, para especies bentónicas con baja movilidad.

La alta abundancia de *P. columellaris*, como parte de la macrofauna bentónica de playas arenosas, ha sido registrada destacando su variación espacial y temporal en periodos de tiempo cortos (Schuster, 1952; Olson, 1956; Hernández-Arteaga & Salazar-Zambrano, 2018; Quintero-Colobón, 2023; Peters, 2023). Aquello, está relacionado con la migración mareal y su forma de alimentación.

Pachyoliva columellaris se desplaza según la dinámica de la marea, para alimentarse de las partículas orgánicas suspendidas en el refluo. Aquello, involucra un desplazamiento pasivo/activo y pseudoaleatorio, que

provoca cambios en sus densidades a microescala. Durante su alimentación existe un cambio de distribución de los individuos, agregándolos/dispersándolos, en un corto tiempo (Brown, 1996; Gibson, 2003; Vanagt *et al.*, 2008; Morse & Peters, 2016; Peters *et al.*, 2022). Por lo tanto, la densidad poblacional y la distribución de *P. columellaris* es altamente dinámica e iterativa, requiriendo un alto esfuerzo de muestreo estudios de caracterización poblacional y evaluar el efecto del ambiente físico, ambiental y sus potenciales variaciones.

Las tallas presentaron variaciones según el estrato y transecto analizado, lo cual puede asociarse con la dinámica de las mareas. Los organismos se acercan al estrato inferior conformen incrementan su tamaño, al ser más tolerantes al flujo-reflujo de la marea, por tener mayor masa corporal. Sin embargo, la dinámica de mareas puede dispersar a los individuos de *P. columellaris* a lo largo de su distribución, impidiendo una estratificación de tallas bien definida. Las tallas del presente estudio fueron similares a las registradas en la playa de Colan (Perú), en marzo 2014. Sin embargo, la proporción de individuos pequeños (< 7mm) cambió entre años, siendo mayor en 2013 (82%) en comparación con 2014 (53%) (Peters, 2023). La distribución espacial de las tallas estaría sujeta a una alta variación provocada por la dinámica de mareas, sin embargo, existe la tendencia a una estratificación de los individuos más grandes ocupando el estrato inferior.

El presente trabajo denota la necesidad de estandarizar la metodología, nivel de esfuerzo y unidad de medida, para la estimación de la densidad poblacional y distribuciones de tallas de *P. columellaris*, considerando su alta variabilidad en el tiempo y espacio. Por lo tanto, la evaluación del efecto del entorno físico y de las variables ambientales, incluyendo el efecto antropogénico, deben tratarse con las previsiones del caso.

Author contributions: CRediT (Contributor Roles Taxonomy)

MM = Michelle Minchala

RZ = René Zambrano

Conceptualization: MM, RZ

Data curation: MM, RZ

Formal Analysis: MM, RZ

Funding acquisition: MM

Investigation: MM

Methodology: MM, RZ

Project administration: MM

Resources: MM, RZ

Software: MM, RZ

Supervision: MM

Validation: RZ

Visualization: RZ

Writing – original draft: MM, RZ

Writing – review & editing: MM, RZ

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aerts, K., Vanagt, T., Degraer, S., Guartatanga, S., Wittoeck, J., Fockede, N., Cornejo-Rodriguez, M. P., Calderón, J., & Vincx, M. (2004). Macrofaunal community structure and zonation of an Ecuadorian sandy beach (bay of Valdivia). *Belgian Journal of Zoology*, 134, 17–24.
- Alemán, S., Montero, P., Vera, M., Luque, C., & Ordinola, E. (2017). Monitoreo de bancos naturales de invertebrados marinos comerciales. Región Tumbes. Octubre 2014. *Informe Del Instituto Del Mar Del Perú*, 44, 43–55.
- Brown, A. C. (1996). Behavioural plasticity as key factor in the survival and evolution of the macrofauna on exposed sandy beaches. *Revista Chilena de Historia Natural*, 69, 469–474.
- Correa-Trigoso, D. E. (2016). Aprovechamiento de los recursos malacológicos asociados a un contexto de almacenamiento en Chan Chan, Perú. *Anales de Antropología*, 50, 112–133.
- Di Rienzo, J. A., Casanoves, F., Balzarini, M. G., Gonzalez, L., Tablada, M., & Robledo, C. W. (2020). *InfoStat versión 2020*. Centro de Transferencia InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba. <http://www.infostat.com.ar>
- Gibson, R. N. (2003). Go with the flow: tidal migration in marine animals. *Hydrobiologia*, 503(1–3), 153–161.
- Guinea-Bueno, M. (2015). *Patrones de asentamiento en Esmeraldas (Ecuador)* [Tesis Doctoral]. Universidad Complutense de Madrid.
- Hernández-Arteaga, I., & Salazar-Zambrano, J. (2018). *Evaluación de la capacidad de Olivella semistriata como organismo detector de alteraciones en el ecosistema de las playas de Tarqui, Murciélagos, y Ligüiqui del cantón Manta, 2017* [Tesis de Grado]. Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí.
- Kantor, Yu. I., Fedosov, A. E., Puillandre, N., Bonillo, C., & Bouchet, P. (2017). Returning to the roots: morphology, molecular phylogeny and classification of the Olivioidea (Gastropoda: Neogastropoda). *Zoological Journal of the Linnean Society*, 180, 493–541.
- Morse, A. P., & Peters, W. S. (2016). Alimentación suspensiva oportunista del gasterópodo intermareal *Olivella columellaris* y sus implicaciones en la regulación de las migraciones mareales. *Ciencias Marinas*, 42, 289–294.
- Olson, A. A. (1956). Studies on the Genus *Olivella*. *Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia*, 58, 155–225.
- Peters, W. S. (2023). *Pachyoliva columellaris* G.B. Sowerby I, 1825 (Olividae, Caenogastropoda) in Peru: tidal migrations and population density. *Revista Peruana de Biología*, 30, E24995.
- Peters, W. S., Pastorino, G., & Fiege, D. (2022). Predatory suspension feeders: an unusual feeding mode switch in *Olivella columellaris* (Caenogastropoda: Olividae) and its possible ecological effects. *Journal of Molluscan Studies*, 88, eyac017.
- Pliego-Cárdenas, R., & González-Pedraza, A. (2011). The families Olividae and Olivellidae at the Malacological Collection of the Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, IPN, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 82, 1138–1144.
- Quintero-Colobón, J. (2023). *Abundancia y distribución poblacional, de la Familia Olividae, con relación al tipo de sedimento en las playas de Punta Carnero y Monteverde de la Provincia de Santa Elena-Ecuador* [Tesis de Grado]. Universidad Estatal Península de Santa Elena.
- Rabaoui, L., Lin, Y. J., Roa-Ureta, R. H., Dagoy, J., Joydas, T. V., Borja, A., Muxika, I., Franco, J., Al-Abdulkader, K., Loughland, R., Alnazry, H., & Qurban, M. A. (2019). Recovery of benthic communities from small-scale shrimp trawling: Evidence from using ecological indices over a short temporal scale. *Ecological Indicators*, 99, 299–309.

- Ramírez, R., Paredes, C., & Arenas, J. (2003). Moluscos del Perú. *Revista de Biología Tropical*, 51, 225–284.
- Salgado-Ugarte, I. H. (2002). *Suavización no paramétrica para análisis de datos*. UNAM-FES Zaragoza.
- Salgado-Ugarte, I. H., & Saito-Quezada, V. M. (2020). *Métodos cuantitativos computarizados para biología pesquera*. UNAM-FES Zaragoza.
- Sanvicente-Añorve, L., Salgado-Ugarte, I. H., & Castillo-Rivera, M. (2003). The use of kernel density estimators to analyze length-frequency distributions of fish larvae. In H. I. Browman & A. B. Skiftesvik (Eds.), *The Big Fish Bang. Proceedings of the 26th Annual Larval Fish Conference* (pp. 419–430). Institute of Marine Research.
- Schuster, O. (1952). *Olivella columellaris*: un caracol de la playa de Los Blancos. *Comunicaciones*, 1, 11–13.
- Scott, D. W. (1992). Multivariate Density Estimation: Theory, Practice, and Visualization. In *Multivariate density estimation: Theory, practice, and visualization*. John Wiley & Sons, Ltd.
- Silverman, B. W. (1986). Density estimation for statistics and data analysis. In *Monographs on Statistics and Applied Probability* (pp. 1–22). Chapman and Hall.
- Troost, A. I., Rupert, S. D., Cyrus, A. Z., Paladino, F. V., Dattilo, B. F., & Peters, W. S. (2012). What can we learn from confusing *Olivella columellaris* and *O. semistriata* (Olivellidae, Gastropoda), two key species in panamic sandy beach ecosystems? *Biota Neotropica*, 12, 101–113.
- Tumbaco, K., & Zambrano, R. (2023). Comparación de dos métodos para estimar la densidad poblacional de *Ocypode gaudichaudii*. *Anales de Biología*, 45, 23–31.
- Vanagt, T., Vincx, M., & Degraer, S. (2008). Can sandy beach molluscs show an endogenously controlled circatidal migrating behaviour? Hints from a swash rig experiment. *Marine Ecology*, 29, 118–125.
- Villamar, F., & Cruz, M. (2007). Poliquetos y moluscos macrobentónicos de la zona intermareal y submareal en la Provincia del Guayas, (Monteverde, Ecuador). *Acta Oceanográfica Del Pacífico*, 14, 147–153.
- Zambrano, R., Aragón-Noriega, E. A., Galindo-Cortes, G., Jiménez-Badillo, L., & Peralta, M. (2016). Individual growth estimation of *Ucides occidentalis* (Brachyura, Ocypodidae) in the Gulf of Guayaquil, Ecuador by indirect methods and multi-model selection. *Crustaceana*, 89, 1509–1524.
- Zambrano, R., & Galindo-Cortes, G. (2019). Re-description of the growth pattern of four decapod species by information theory. *Invertebrate Reproduction and Development*, 63, 51–59.
- Zambrano, R., Galindo-Cortes, G., & Aragón-Noriega, A. E. (2018). Comparison of growth pattern of male *Ucides occidentalis* (Ortmann, 1897) (Brachyura: Ocypodidae) based on a combination of commercial catches and non-commercial data. *Journal of Crustacean Biology*, 38, 429–434.

Received April 16, 2025.

Accepted June 9, 2025.