

# Revista Ciencias del Mar UAS

Julio - Septiembre 2024

Núm. 4 Vol.1



U N I V E R S I D A D A U T Ó N O M A D E S I N A L O A



E-ISSN (en trámite)



# Revista CIMAR UAS

REVISTA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR E-ISSN (en trámite)



## Artículo Científico

### Parámetros poblacionales de *Emerita rathbunae* (Crustacea, Anomura, Hippidae) en la playa “Punta Bikini”, Cantón Sucre, Ecuador

### Population parameters of *Emerita rathbunae* (Crustacea, Anomura, Hippidae) in “Punta Bikini” Beach, Sucre Town, Ecuador



1. Johan Valdez



0009-0009-4201-0550

Departamento de Ciencias del Mar,  
Carrera de Biología, Facultad de Ciencias Naturales,  
Universidad de Guayaquil,  
Guayaquil C.P. 090601, Ecuador.

Autor de correspondencia:

[johanvldz\\_intriago1997@hotmail.com](mailto:johanvldz_intriago1997@hotmail.com)



4. Johan Cedeño



0009-0009-8742-0879

Departamento de Ciencias del Mar,  
Carrera de Biología, Facultad de Ciencias Naturales,  
Universidad de Guayaquil,  
Guayaquil C.P. 090601, Ecuador.



5. René Zambrano



0000-0002-0603-7475

Carrera de Tecnología Superior en Acuicultura,  
Instituto Superior Tecnológico Luis Arboleda  
Martínez – Extensión Jaramijó, frente a la playa de  
Balsamaragua, Jaramijó C.P. 132150, Ecuador.  
Manejo y Conservación de Recursos Naturales S.A.S.,  
Alborada etapa XIII, Guayaquil C.P. 090509, Ecuador.



2. José Luis Mendoza



0009-0003-3394-3371

Universidad Estatal Amazónica,  
Puyo C.P. 160101, Ecuador.



3. Johanna Álvarez



0000-0001-9422-7190

Departamento de Ciencias del Mar,  
Carrera de Biología, Facultad de Ciencias Naturales,  
Universidad de Guayaquil,  
Guayaquil C.P. 090601, Ecuador.



CREATIVE COMMONS



OPEN ACCESS

Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la Licencia Creative Commons Atribución-No Comercial-Compartir igual (CC BY-NC-SA 4.0), que permite compartir y adaptar siempre que se cite adecuadamente la obra, no se utilice con fines comerciales y se comparta bajo las mismas condiciones que el origina



---

## Parámetros poblacionales de *Emerita rathbunae* (Crustacea, Anomura, Hippidae) en la playa “Punta Bikini”, Cantón Sucre, Ecuador

---

---

## Population parameters of *Emerita rathbunae* (Crustacea, Anomura, Hippidae) in “Punta Bikini” Beach, Sucre Town, Ecuador

---

### ► RESUMEN

Con la finalidad de estudiar aspectos poblacionales del anomuro *Emerita rathbunae* en el Cantón Sucre-Ecuador, se realizaron arrastres superficiales durante abril del 2023. Se estudió la parte media de la zona de swash de las playas arenosas de Las Bocas, San Jacinto, San Clemente y Punta Bikini. Solo en la última se recolectaron organismos, los cuales fueron contados, medidos y sexados. Se obtuvo una mayor proporción sexual de hembras (10:1) cuyo intervalo de tallas (11-32 cm LC) fue superior a la observada en machos (6-12 cm LC). La densidad poblacional general fue 1.35 ind./m<sup>2</sup>, 1.29 ind./m<sup>2</sup> para hembras y 0.24 ind./m<sup>2</sup> para machos. La densidad poblacional y las tallas difirieron significativamente entre sexos ( $p < 0.05$ ). Las tallas reportadas para *E. rathbunae* difieren entre los distintos trabajos, lo cual puede relacionarse con el periodo y características del muestreo, así como a un gradiente latitudinal. La proporción sexual sesgada en favor de las hembras puede explicarse por la neotenia y el hermafroditismo protándrico de *E. rathbunae*. Las diferencias entre las densidades reportadas pueden asociarse con la neotenia y el método de muestreo, además, con su captura para alimento o carnada realizada en Ecuador.

**Palabras clave:** neotenia, playa arenosa, protandria, Provincia de Manabí, Sudamérica.



## ► ABSTRACT

In order to study population aspects of the anomuran *Emerita rathbunae* in the Sucre Canton, Ecuador, surface trawls were carried out in April 2023. The middle part of the swash zone of the sandy beaches of Las Bocas, San Jacinto, San Clemente and Punta Bikini was studied. Only in the last beach were organisms collected, which were counted, measured, and sexed. A higher sexual proportion of females (10:1) was obtained, whose size range (11-32 cm LC) was higher than that observed in males (6-12 cm LC). General population density was 1.35 ind/m<sup>2</sup>, 1.29 ind/m<sup>2</sup> for females, and 0.24 ind/m<sup>2</sup> for males. Population density and size differed significantly between sexes ( $p < 0.05$ ). The reported sizes for *E. rathbunae* differ between the different works, which may be related to the sampling period and characteristics, as well as to a latitudinal gradient. The biased sex ratio in favor of females can be explained by the neoteny and protandrous hermaphroditism of *E. rathbunae*. The differences between the reported densities may be associated with neoteny and the sampling method, as well as with its capture for food or bait in Ecuador.

## ► INTRODUCCIÓN

Los crustáceos anomuros de la familia Hippidae, en la costa oeste del continente americano, poseen dos especies del género *Emerita*. *Emerita rathbunae* Schmitt, 1935 se distribuye desde México hasta Perú, incluyendo a las Islas Galápagos y *E. analoga* (Stimpson, 1857) se encuentra desde Canadá hasta México y desde Perú hasta Chile (Butler, 1959; Efford, 1976; Haig, 1955; Knight, 1967; Schmitt, 1935). En aguas antárticas se han encontrado larvas zoea de *Emerita* spp. (Thatje & Fuentes, 2003).

Los individuos juveniles y adultos de *Emerita* spp. habitan enterrados en la zona de *swash* de las playas arenosas, la cual se expone a la atmósfera por instantes (segundos, minutos) durante el flujo/reflujo de la marea. Los individuos adultos pueden sumergirse en el mar entre 10 y 50 cm de profundidad (Aerts et al., 2004; Baldock, 2019; Efford, 1966; Tam et al., 1996).



*Emerita* spp. muestra una distribución agregada, se alimenta por filtración, es depredada por aves playeras y presenta organismos parásitos como la metacercaria *Microphallus nicolli* (Efford, 1965, 1966; Herrera et al., 2018; Tantaleán et al., 2005; Violante-González et al., 2016; Weymouth & Richardson, 1912). *E. rathbunae* se relaciona con invertebrados dominantes como *Donax* spp., *Pachyoliva semistriata* (Gray, 1839), *Olivella zanoeta* (Duclos, 1835), *Mazatlaniania fulgurata* (R. A. Philippi, 1846), *Lepidopa deamae* Benedict, 1903, *Pisionidens* spp., *Sthenelais* spp., y *Ophiuroidea* spp. (Landívar-Zambrano, 2022).

*Emerita rathbunae* ha sido reportada en distintas playas de Ecuador (Aerts et al., 2004; Cárdenas-Calle et al., 2020; Marin-Jarrin et al., 2017); sus nombres comunes son: “armadillo”, “cangrejo topo”, “cangrejo de arena”, “chocolopas”, “michugo”, “muy muy”. Las hembras de *E. rathbunae* presentan tallas mayores, pudiéndose asociar con un hermafroditismo protándrico, como se ha evidenciado en *E. asiatica* (Ríos-Elósegui & Hendrickx, 2015; Subramoniam, 1977, 1981).

Los estudios sobre *E. rathbunae* son escasos e incluyen registros en playas arenosas de Ecuador continental y Galápagos (Boyko & McLaughlin, 2010; Cárdenas-Calle et al., 2020; Hickman & Zimmerman, 2000), así como, en Colombia, Costa Rica, México y Perú (Corrales-Ugalde & Sibaja-Cordero, 2015; Hendrickx, 1993; Kameya et al., 1998; Lazarus-Agudelo & Cantera-Kintz, 2007; Petrescu & Hearhd, 2004).

En Ecuador, *E. rathbunae* sostiene una pesquería de subsistencia que está desapareciendo porque en el relevo generacional, las nuevas generaciones han reducido el uso de la especie como recurso pesquero y alimentario (Macías-Álava & Rivero-González, 2020; Tapia-León, 2018). Desde antes de la década de 1950, la especie es capturada para utilizarla como carnada en la pesca deportiva con anzuelo (Reyes, 1952). La densidad de *E. rathbunae* se ha reportado como independiente del tipo de playa y de la época del año, para la provincia de Santa Elena, Ecuador (Landívar-Zambrano, 2022).

La densidad poblacional se refiere a la cantidad de individuos por unidad de área (Martella et al. 2012) y puede ser considerada como punto de referencia o indicador de factores ambientales/antropogénicos sobre la población (Caddy, 2004; Miethe et al., 2016; Montenero et al., 2021). Otros parámetros poblacionales son las tallas y proporción sexual. El objetivo del presente trabajo fue determinar la densidad, estructura de tallas y proporción sexual de *E. rathbunae* en una playa del Cantón Sucre, provincia de Manabí, Ecuador, Sudamérica.

## ► MATERIAL Y MÉTODOS

Un muestreo sistemático se realizó en el Cantón Sucre, provincia de Manabí, Ecuador, en cuatro playas arenosas: Las Bocas, San Jacinto, San Clemente y Punta Bikini (Figura 1). En cada playa se estableció un transecto lineal en medio de la zona de *swash*, paralelo a la línea de costa, con una longitud de 200 m. Este tipo de muestreo es utilizado convencionalmente para determinar abundancias poblacionales (Anderson et al., 1979; Burnham et al., 1980). Cada 5 metros se realizó un arrastre superficial de 40 cm de largo y 15 cm de profundidad con una draga metálica y cónica de 40 cm de ancho, 20 cm de alto y 40 cm de profundidad, con perforaciones de 0.5 cm de diámetro distribuidas a 2 cm entre sí.

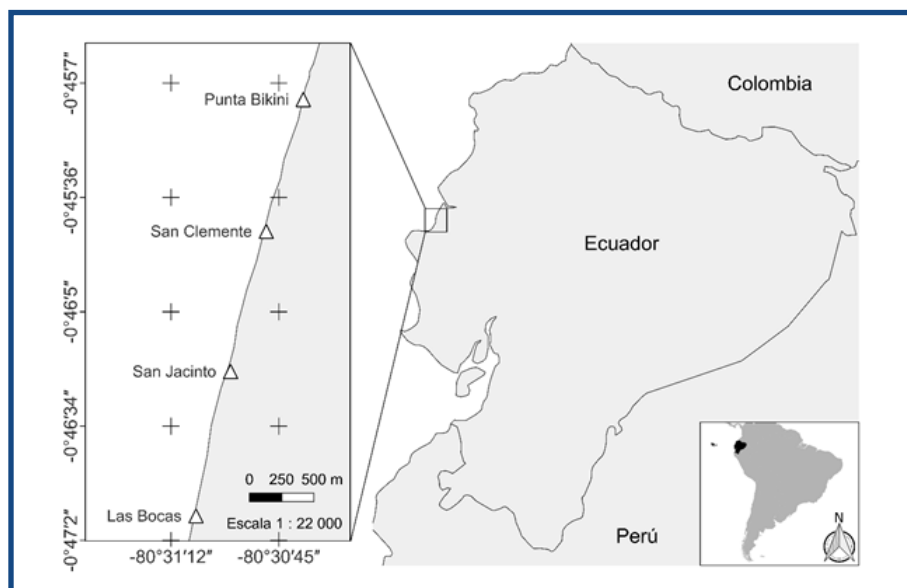


Figura 1. Sitios de muestreo de *Emerita rathbunae*, en la Provincia de Manabí, Ecuador

Los arrastres se realizaron durante la bajamar, cuando la zona de *swash* quedaba descubierta de agua. Se realizaron dos muestreos, cada 15 días, en abril del 2023. Los individuos fueron recolectados de la draga y depositados en recipientes plásticos con agua de mar. A cada individuo se le registró el largo del carapacho (LC) y el sexo. Las hembras fueron reconocidas por tener tres pares de pleópodos desarrollados para sostener la masa ovígera (Figura 2); por su parte, los machos presentaron una papila genital en la base del quinto periópodo (Subramoniam, 1977, 1981); posteriormente, fueron devueltos a su hábitat. La información recolectada puede ser consultada en Mendeley Data (Valdez et al., 2023).

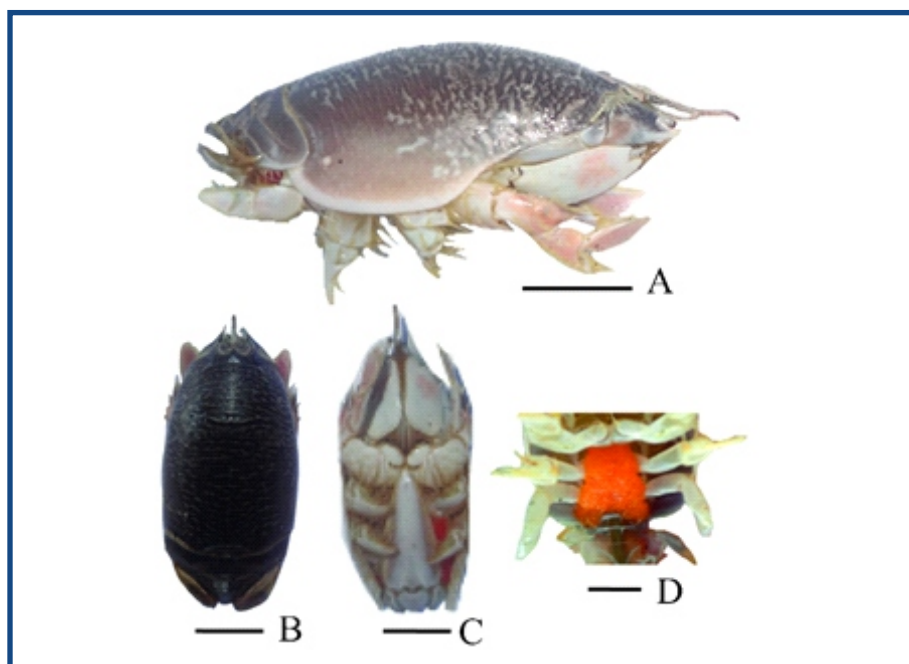


Figura 2. Especímenes hembras de *Emerita rathbunae* recolectados en Punta Bikini, Cantón Sucre, provincia de Manabí, Ecuador. A, vista lateral; B, vista dorsal; C, vista ventral; D, hembra ovígera. Línea sólida representa 1 cm.

Se construyeron distribuciones de frecuencia de tallas (DFT) mediante estimadores de densidad por Kernel (Rosenblatt, 1956) utilizando las rutinas del software Stata (Salgado-Ugarte, 2002; Salgado-Ugarte & Saito-Quezada, 2020). El ancho de intervalo (BW) fue estimado como el promedio entre el óptimo de Silverman (1986) y el sobre suavizado de Scott (1992) (Zambrano et al., 2018; Zambrano & Galindo-Cortes, 2019).

La proporción sexual se estimó como el cociente entre el número de individuos machos/hembras (Haley, 1979); su diferencia significativa se estimó mediante una prueba de chi-cuadrado ( $\chi^2$ ) (Quiñones-Llópiz et al., 2021). La densidad poblacional se estimó como la cantidad de individuos por el área de arrastre, calculándose el promedio entre los arrastres, por muestreo; además, se estimó la desviación estándar, el intervalo de confianza y el coeficiente de variación (%). Mediante un análisis de Kruskal-Wallis se determinaron diferencias significativas en la densidad poblacional, entre sexos. El perfil de la playa se determinó, en cada sitio de muestreo, desde el borde superior de la playa hasta el límite inferior de la zona de *swash* (Bakus, 2007); para ello se siguió el método de Emery (1961) utilizando varas de madera de 1.2 m separadas cada 5 m.

## ▶ RESULTADOS

Se realizaron un total de 155 arrastres en cada sitio de muestreo. En las playas La Boca, San Jacinto y San Clemente no hubo presencia de *E. rathbunae*, únicamente en Punta Bikini, donde se recolectó un total de 210 individuos, 187 hembras (22 ovígeras), 19 machos y 4 indeterminados.

Los anchos de intervalo estimados para las DFT fueron 1.50 mm para todos los datos en general, 1.38 y 0.56 mm para hembras y machos, respectivamente. El intervalo de tallas fue 7-31 mm LC, las hembras presentaron las mayores tallas (Figura 3). Las tallas y los pesos promedio, así como su variabilidad fueron mayores en hembras (Tabla I).

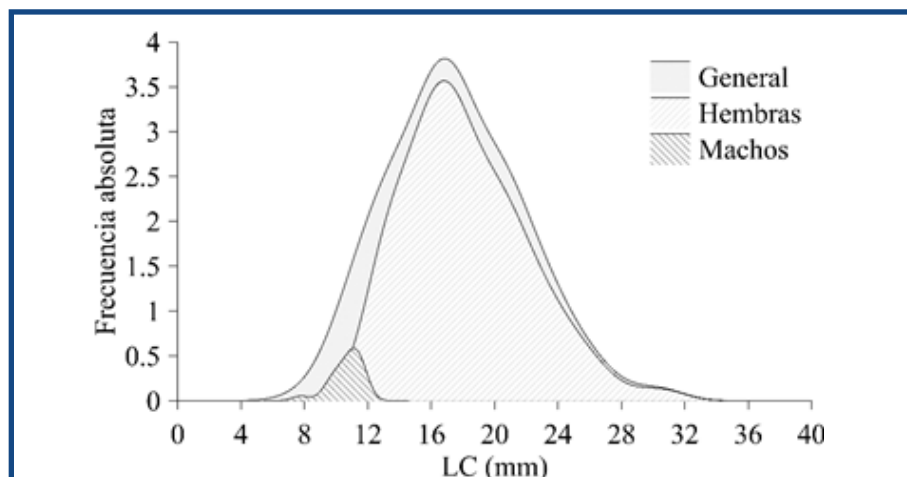


Figura 3. Distribuciones de frecuencia de tallas de *Emerita rathbunae* recolectadas en Punta Bikini, Cantón Sucre, provincia de Manabí, Ecuador



**Tabla I.** Estadística descriptiva de la talla y peso registrados para *Emerita rathbunae* en Punta Bikini, provincia de Manabí, Ecuador. D.E., desviación estándar. Q1 y Q3, cuantiles.

| Sexo           | VARIABLES  | Media | D.E. | Mín   | Máx   | Mediana | Q1    | Q3    |
|----------------|------------|-------|------|-------|-------|---------|-------|-------|
| <b>Hembras</b> |            |       |      |       |       |         |       |       |
|                | Talla (mm) | 18.2  | 3.85 | 12.07 | 30.67 | 17.45   | 15.48 | 20.7  |
|                | Peso (g)   | 1.07  | 0.72 | 0.2   | 4.27  | 0.81    | 0.57  | 1.36  |
| <b>Machos</b>  |            |       |      |       |       |         |       |       |
|                | Talla (mm) | 10.64 | 0.99 | 7.77  | 11.73 | 10.91   | 9.97  | 11.42 |
|                | Peso (g)   | 0.20  | 0.07 | 0.05  | 0.32  | 0.22    | 0.15  | 0.25  |

En las muestras apareció un mayor número de hembras que de machos (10:1), con una diferencia significativa ( $p > 0.05$ ). La densidad poblacional estimada de *E. rathbunae* fue similar entre días de muestreo y varió entre 0 y 12 individuos ind./0.16 m<sup>2</sup>. El coeficiente de variación fue mayor en hembras, con valores por debajo del 30% y en la mayoría de los casos fue inferior al 15% (Tabla II). La densidad poblacional presentó diferencias significativas entre sexos ( $p > 0.05$ ).

**Tabla II.** Densidad poblacional (ind./0.16 m<sup>2</sup>) estimada para *Emerita rathbunae* en Punta Bikini, provincia de Manabí, Ecuador

| Estadísticos              | Muestreo 1 | Muestreo 2 | Total |
|---------------------------|------------|------------|-------|
| <b>General</b>            |            |            |       |
| Densidad mínima           | 0.00       | 0.00       | 0.00  |
| Densidad máxima           | 6.00       | 12.00      | 12.00 |
| Densidad media            | 1.35       | 1.36       | 1.35  |
| Desviación estándar       | 1.22       | 2.33       | 1.80  |
| Intervalo de confianza    | 0.26       | 0.55       | 0.28  |
| Coefficiente de variación | 13.25      | 27.90      | 14.49 |
| <b>Hembras</b>            |            |            |       |
| Densidad mínima           | 0.00       | 0.00       | 0.00  |
| Densidad máxima           | 6.00       | 12.00      | 12.00 |
| Densidad media            | 1.29       | 1.25       | 1.27  |
| Desviación estándar       | 1.16       | 2.18       | 1.68  |
| Intervalo de confianza    | 0.25       | 0.53       | 0.27  |
| Coefficiente de variación | 12.81      | 27.04      | 13.87 |
| <b>Machos</b>             |            |            |       |
| Densidad mínima           | 0.00       | 0.00       | 0.00  |
| Densidad máxima           | 1.00       | 4.00       | 4.00  |
| Densidad media            | 0.24       | 0.36       | 0.32  |
| Desviación estándar       | 0.44       | 0.78       | 0.68  |
| Intervalo de confianza    | 0.19       | 0.24       | 0.17  |
| Coefficiente de variación | 9.52       | 12.45      | 8.73  |

El perfil de playa de Las Bocas fue el más extenso, elevándose en sus primeros cinco metros, para luego descender suavemente. Esta playa es contigua al Estuario del Río Portoviejo. San Jacinto y San Clemente presentaron una playa con terreno ganado al mar (i.e., relleno de tierra protegido del oleaje, por un muro de rocas), siendo la primera, la playa con la menor extensión; en ambos casos, la zona de *swash* quedó sumergida por horas durante la pleamar. Punta Bikini tuvo una pendiente acentuada en los primeros 20 metros de distancia y en esta franja fueron recolectadas las muestras de *E. rathbunae* (Figura 4).

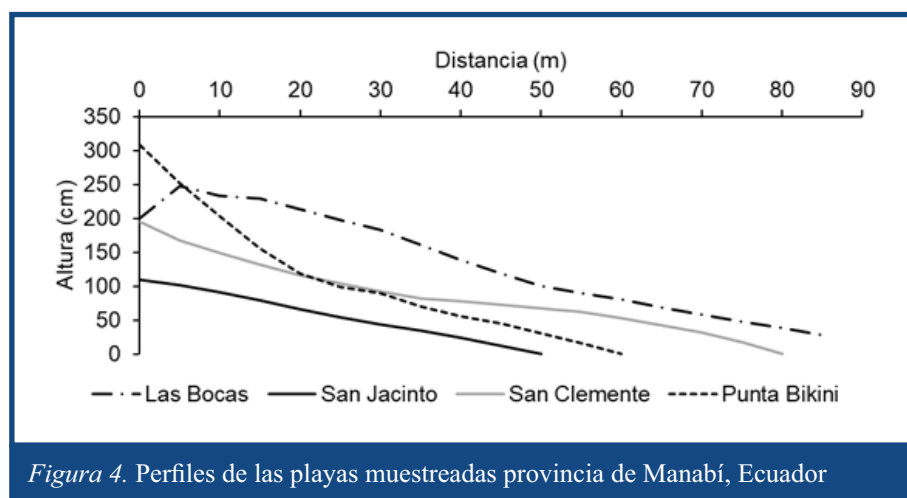


Figura 4. Perfiles de las playas muestreadas provincia de Manabí, Ecuador

## DISCUSIÓN

El intervalo de tallas encontrado en *E. rathbunae* fue pequeño en comparación con lo reportado para la bahía de Mazatlán (México), cuyos intervalos fueron 2.22-14.18 y 2.83-36.39 mm LC, para machos y hembras, respectivamente (Ríos-Elósegui & Hendrickx, 2015). Por otra parte, en Playas de Villamil (Ecuador) los intervalos de tallas fueron estrecho para machos (40-41.5 mm LC) y amplio para hembras (40-75 mm LC) (Da Silva-Venegas, 2018), inclusive, los valores en hembras son superiores a los reportados para sus congéneres *E. talpoida* (Say, 1817) y *E. analoga*, que poseen tallas < 30 mm LC (Contreras et al., 1999; Diaz, 1980).



La diferencia en las tallas observadas de *E. rathbunae* puede estar relacionada con el periodo y características del muestreo, así como, a un gradiente latitudinal. En la bahía de Mazatlán el estudio duró un año, por lo tanto, existió una mayor probabilidad de capturar individuos en un intervalo de tallas más amplio. En Playas de Villamil el lapso del trabajo fue de un mes, pero presentó una mayor intensidad de muestreo y se ubicaron puntos submareales para la recolección de individuos. Ello pudo provocar la captura de hembras con grandes tallas si consideramos que los individuos adultos de *Emerita* pueden sumergirse en el agua entre 10 y 50 cm (Efford, 1966).

Entre sexos, las hembras de *E. rathbunae* alcanzan un mayor tamaño, lo cual es contrario a lo reportado para *E. austroafricana* Schmitt, 1937 y *E. holthuisi* Sankolli, 1965 cuyos machos poseen tallas superiores. La diferencia del tamaño entre sexos se puede asociar con neotenia en machos de *E. rathbunae*, lo cual provoca individuos precoces con retraso en el crecimiento somático (Efford, 1967; Ríos-Elósegui & Hendrickx, 2015). Por otra parte, *E. rathbunae* podría presentar un hermafroditismo protándrico funcional (a partir de 11 mm LC), como ha sido reportado para *E. analoga*, donde los individuos machos presentan reversión sexual a partir de 7.5 mm LC (Wenner, 1972). Por lo tanto, las mayores tallas corresponden a hembras de *E. rathbunae*, cuya distribución de frecuencias suele mantenerse a lo largo del tiempo (Díaz, 1980; Ríos-Elósegui & Hendrickx, 2015).

La neotenia y el hermafroditismo protándrico pueden ser consideradas las causas de una proporción sexual sesgada en favor de las hembras de *E. rathbunae*, lo cual es consistente con lo reportado para Playas de Villamil y la bahía de Mazatlán (16:1 y 1.5:1, respectivamente) (Ríos-Elósegui & Hendrickx, 2015; Da Silva-Venegas, 2018). En el primer caso, la presencia de machos puede omitirse por la dificultad de observación del sexo de los organismos (i.e., pequeños machos pueden ser confundidos con hembras). La protandria provoca una mayor cantidad de hembras en la población adulta. La proporción sexual puede variar temporalmente provocando una mayor proporción de machos en la población; esto ha sido asociado con pulsos reproductivos, como en el caso de *E. talpoida* (Díaz, 1980; Ríos-Elósegui & Hendrickx, 2015).



La densidad de *E. rathbunae* es superior a la reportada en Playas de Villamil (0.00-0.82 ind./0.465 m<sup>2</sup>) pero inferior lo encontrado en Mazatlán, donde se reportaron entre 65 y 310 ind./m<sup>2</sup> (Ríos-Elósegui & Hendrickx, 2015; Da Silva-Venegas, 2018). Las diferencias entre las densidades pueden asociarse con la neotenia de la especie y el método de muestreo; además, porque en Ecuador se pesca como alimento y carnada, aunque esta actividad está desapareciendo (Macías-Álava & Rivero-González, 2020; Tapia-León, 2018). Los machos neoténicos se pueden fijar en los pleópodos de las hembras generando machos “simbióticos” y “libres”. Los simbióticos son difícilmente observables *in situ*, lo cual incrementa su probabilidad de omitidos del registro y disminuye la densidad estimada. Los individuos libres podrían escapar al método de muestreo, por su rapidez de movimiento, provocando una densidad poblacional subestimada.

Los machos simbióticos se han reportado en México (Díaz, 1980; Ríos-Elósegui & Hendrickx, 2015) mientras que, en Ecuador se han observado únicamente machos “libres”. Incrementando el esfuerzo de muestreo y la cobertura temporal, posiblemente se podrían encontrar machos “simbióticos”; por otra parte, la cantidad de machos “libres” puede cambiar conforme la selectividad del método de muestreo. En el presente trabajo se utilizó una draga, en Playas de Villamil un nucleador y en Mazatlán una pala. Cada método posee un sesgo que, al comparar los resultados, deben ser tomados con cautela.

La ausencia de *E. rathbunae* en los sitios de muestreo Las Bocas, San Jacinto y San Clemente puede explicarse por sus características ambientales y físicas. Las Bocas es una localidad cercana al estuario del río Portoviejo y por ello, posee influencia directa de aguas continentales. Ello provocaría un cambio en las características físico-químicas en la zona de *swash* (e.g., incremento de turbidez, disminución de la salinidad), lo cual limitaría el asentamiento poblacional de *E. rathbunae* (Ríos-Elósegui & Hendrickx, 2015). Esta especie marina habita en playas expuestas al oleaje, limpias, alimentándose por filtración pasiva (Efford, 1966; Tam et al., 1996).



Las playas San Jacinto y San Clemente poseen diferente extensión de su perfil, pero en ambos casos, la ausencia de *E. rathbunae* se explicaría porque la zona de *swash* queda sumergida durante la pleamar. Los ejemplares de *Emerita* spp. se alimentan y desplazan en la zona de *swash*, siguiendo la dinámica de mareas (i.e., pleamar/bajamar, flujo/reflujo) y los adultos pueden vivir a una profundidad entre 10-50 cm (Efford, 1966). Sin embargo, las playas San Jacinto y San Clemente pierden temporalmente su zona de *swash* y la pleamar genera profundidades de ca. 1 m, convirtiendo a estas playas en sitios no viables para el asentamiento de *E. rathbunae*.

La presencia de *E. rathbunae* en punta Punta Bikini se puede asociar con que está alejada del estuario del río Portoviejo, por lo que su influencia en las características físico-químicas de la playa es baja o nula. Además, no posee terreno ganado al mar, por lo tanto, su zona de *swash* es permanente. La densidad poblacional de *E. rathbunae* puede variar enormemente, como lo reportado para *E. análoga*, la cual presenta densidades cercanas a cero y de hasta 40 ind./0.03 m<sup>2</sup> (Contreras et al., 1999). El nivel de agrupamiento de *E. rathbunae*, los factores físicos que determinan su presencia/ausencia, la variabilidad espacial y temporal de su densidad y tallas, el método de muestreo idóneo, son temas por analizar e incrementar el entendimiento de las características ecológicas de la especie.

## ► AGRADECIMIENTOS

El artículo es derivado de la tesis de grado de J. Valdez. Los autores agradecen a Enrique (“Kike”) Cedeño-Elizalde por el apoyo en el muestreo de campo.



## ► BIBLIOGRAFÍA

**Aerts, K., Vanagt, T., Degraer, S., Guartatanga, S., Wittoeck, J., Fockedeey, 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(1), 17–24.

**Anderson, D. R., Laake, J. L., Crain, B. R., & Burnham, K. P. (1979).** Guidelines for line transect sampling of biological populations. *Journal of Wildlife Management*, 43(1), 70–78.

**Bakus, G. J. (2007).** Biological sampling design and related topics. In *Quantitative Analysis of Marine Biological Communities* (pp. 1 – 61 ). John Wiley & Son .  
<https://doi.org/10.1002/9780470099186.ch1>

**Baldock, T. (2019).** Swash zone dynamics. In C. W. Finkland & C. Makowski (Eds.), *Encyclopedia of Coastal Science* (pp. 1664–1674). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-93806-6\\_404](https://doi.org/10.1007/978-3-319-93806-6_404)

**Boyko, C. B., & McLaughlin, P. A. (2010).** Annotated checklist of Anomuran Decapod Crustaceans of the world (exclusive of the Kiwaoidea and Families Chirostylidae and Galatheidae of the Galattheoidea) Part IV – Hippoidea. *The Raffles Bulletin of Zoology*, 23, 139–151.

**Burnham, K. P., Anderson, D. R., & Laake, J. L. (1980).** Estimation of density from line transect sampling of biological populations. *Wildlife Monographs*, 72, 3 – 202 .  
<http://www.jstor.org/stable/3830641>

**Butler, T. H. (1959).** A record of the Anomuran Crustacean *Emerita analoga* (Stimpson) from British Columbia. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*, 16(5), 761–761.  
<https://doi.org/10.1139/f59-056>



- Caddy, J. F. (2004).** Current usage of fisheries indicators and reference points, and their potential application to management of fisheries for marine invertebrates. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 61(8), 1307–1324. <https://doi.org/10.1139/F04-132>
- Cárdenas-Calle, M., Mora, E., Torres, G., Pérez-Correa, J., Bigatti, G., Signorelli, J., & Coronel, J. (2020).** Marine invertebrate and seaweed biodiversity of continental coastal Ecuador. *Biodiversity Data Journal*, 8, e53818. <https://doi.org/10.3897/BDJ.8.e53818>
- Contreras, H., Defeo, O., & Jaramillo, E. (1999).** Life history of *Emerita analoga* (Stimpson) (Anomura, Hippidae) in a sandy beach of South Central Chile. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 48(1), 101–112. <https://doi.org/10.1006/ecss.1998.0396>
- Corrales-Ugalde, M., & Sibaja-Cordero, J. A. (2015).** Macrofauna bentónica de las playas de arena del Área de Conservación Osa, Puntarenas, Pacífico Sur de Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, 63(1), 273–285. <https://doi.org/10.15517/rbt.v63i1.23107>
- Da Silva-Venegas, M. P. (2018).** *Distribución espacial y estructura poblacional de Emerita rathbunae (Crustacea: Decapoda) en Playas de Villamil, Provincia del Guayas, Ecuador.* Universidad de Guayaquil.
- Diaz, H. (1980).** The mole crab *Emerita talpoida* (Say): A case of changing life history pattern. *Ecological Monographs*, 50(4), 437–456. <https://doi.org/10.2307/1942652>
- Efford, I. E. (1965).** Aggregation in the sand crab, *Emerita analoga* (Stimpson). *The Journal of Animal Ecology*, 34(1), 63–75. <https://doi.org/10.2307/2369>



- Efford, I. E. (1966).** Feeding in the Sand Crab, *Emerita analoga* (Stimpson) (Decapoda, Anomura). *Crustaceana*, 10(2), 167–182. <https://doi.org/10.1163/156854066X00694>
- Efford, I. E. (1967).** Neoteny in sand crabs of the Genus *Emerita* (Anomura, Hippidae). *Crustaceana*, 13(1), 81–93. <https://doi.org/10.1163/156854067X00107>
- Efford, I. E. (1976).** Distribution of the sand crabs in the Genus *Emerita* (Decapoda, Hippidae). *Crustaceana*, 30(2), 169–183. <https://doi.org/10.1163/156854076X00558>
- Emery, K. O. (1961).** A simple method of measuring beach profiles. *Limnology and Oceanography*, 6(1), 90–93. <https://doi.org/10.4319/lo.1961.6.1.0090>
- Haig, J. (1955).** The Crustacea Anomura of Chile. In *Reports of The Lund University Chile Expedition 1948-49* (pp. 1–68).
- Haley, S. R. (1979).** Sex ratio as a function of size in *Hippa pacifica* Dana (Crustacea, Anomura, Hippidae): A test of the sex reversal and differential growth rate hypotheses. *The American Naturalist*, 113(3), 391–397. <http://www.journals.uchicago.edu/t-and-c>
- Hendrickx, M. E. (1993).** Crustáceos decápodos bentónicos del sur de Sinaloa, México. *Anales Del Instituto de Biología, Universidad Autónoma de México, Serie Zoología*, 64(1), 1–16.
- Herrera, A., Piedrahita, P., & Calle, P. (2018).** Notas ecológicas preliminares sobre macro-fauna bentónica y su relación con aves playeras. *Investigatio*, 11, 57–66. <https://doi.org/10.31095/investigatio.2018.11.5>
- Hickman, C. P., & Zimmerman, T. L. (2000).** *Guía de campo de los Crustáceos de Galápagos: Guía de campo ilustrada sobre los balanos, camarones, langostas y cangrejos comunes de las islas Galápagos*. Sugar Spring Press.





- Kameya, A., Moscoso, V., & Llellish, M. (1998).** Los crustáceos decápodos y estomatópodos del Perú. *Informe Del Instituto Del Mar Del Perú*, 136, 80–109.
- Knight, M. D. (1967).** The larval development of the sand crab *Emerita rathbunae* Schmitt (Decapoda, Hippidae). *Pacific Science*, 21(1), 58–76.
- Landívar-Zambrano, J. J. (2022).** *Zonación estacional de la macrofauna intermareal de playas arenosas de la Península de Santa Elena y los efectos de la materia orgánica y las fases lunares en su composición.* Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- Lazarus-Agudelo, J. F., & Cantera-Kintz, J. R. (2007).** Crustáceos (Crustacea: Sessilia, Stomatopoda, Isopoda, Amphipoda, Decapoda) de Bahía Málaga, Valle del Cauca (Pacífico colombiano). *Biota Colombiana*, 8(2), 221–239. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49180205>
- Macías-Álava, D. S., & Rivero-González, A. N. (2020).** *Análisis del uso culinario del Michugo (Emerita rathbunae), propuesta de difusión mediante feria gastronómica en Muey Provincia de Santa Elena.* Universidad de Guayaquil.
- Marin-Jarrin, J. R., Vanaverbeke, J., Fockedey, N., Cornejo R.-de Grunauer, M. P., & Dominguez-Granda, L. (2017).** Surfzone fauna of Ecuadorian sandy beaches: Spatial and temporal patterns. *Journal of Sea Research*, 120, 41–49. <https://doi.org/10.1016/j.seares.2016.12.005>
- Martella, M. B., Trumper, E., Bellis, L. M., Renison, D., Giordano, P. F., Bazzano, G., & Gleiser, R. M. (2012).** Manual de ecología poblaciones: Introducción a las técnicas para el estudio de las poblaciones silvestres. *Reduca (Biología). Serie Ecología*, 5(1), 1–31.



**Miethe, T., Dobby, H., & Mclay, A. (2016).** The use of indicators for shellfish stock and fisheries: A literature review. *Scottish Marine and Freshwater Science*, 7(16), 1–76. <https://doi.org/10.7489/1764-1>

**Montenero, K., Kelble, C., & Broughton, K. (2021).** A quantitative and qualitative decision-making process for selecting indicators to track ecosystem condition. *Marine Policy*, 129, 104489. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2021.104489>

**Petrescu, I., & Hearhd, R. W. (2004).** Three new species of Cumacea (Crustacea: Peracarida) from Costa Rica. *Zootaxa*, 721(1), 1–11. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.721.1.1>

**Quiñones-Llópiz, J. D., Rodríguez-Fourquet, C., Luppi, T., & Farias, N. E. (2021).** Size distribution and sex ratio between populations of the artisanal harvested land crab *Cardisoma guanhumi* (Decapoda: Gecarcinidae), with the estimation of relative growth and size at sexual maturity in puerto rico. *Revista de Biología Tropical*, 69(3), 989–1003. <https://doi.org/10.15517/rbt.v69i3.45570>

**Reyes, C. (1952).** Investigaciones ictiológicas. *Boletín de Informaciones Científicas Nacionales*, 5(51), 441–450.

**Ríos-Elósegui, D., & Hendrickx, M. E. (2015).** Abundance, relative growth and fecundity of *Emerita rathbunae* schmitt, 1935 (Decapoda, Anomura, Hippidae) in the S.E. Gulf of California, Mexico. *Crustaceana*, 88(2), 127–143. <https://doi.org/10.1163/15685403-00003400>

**Rosenblatt, M. (1956).** Remarks on some nonparametric estimates of a density function. *Annals of Mathematical Statistics*, 27(3), 832–837. <https://doi.org/10.1214/aoms/1177728190>

**Salgado-Ugarte, I. H. (2002).** *Suavización no paramétrica para análisis de datos*. UNAM.



- Salgado-Ugarte, I. H., & Saito-Quezada, V. M. (2020).** *Métodos Cuantitativos computarizados para biología pesquera*. UNAM, FES Zaragoza.
- Schmitt, W. L. (1935).** Crustacea Macrura and Anomura of Porto Rico and the Virgin Islands. In *Scientific survey of Porto Rico and the Virgin Islands* (Vol. 15, Issue 2, pp. 125–227). New York Academy of Sciences.
- Scott, D. W. (1992).** Multivariate Density Estimation: Theory, Practice, and Visualization. In *Multivariate density estimation: Theory, practice, and visualization*. John Wiley & Sons, Ltd. <https://doi.org/10.1002/9780470316849>
- Silverman, B. W. (1986).** Density estimation for statistics and data analysis. In *Monographs on Statistics and Applied Probability*.
- Subramoniam, T. (1977).** Aspects of sexual biology of the anomuran crab *Emerita asiatica*. *Marine Biology*, 43(4), 369–377. <https://doi.org/10.1007/BF00396930>
- Subramoniam, T. (1981).** Protandric hermaphroditism in a mole crab, *Emerita asiatica* (Decapoda: Anomura). *The Biological Bulletin*, 160(1), 161–174. <https://doi.org/10.2307/1540910>
- Tam, Y. K., Kornfield, I., & Ojeda, F. P. (1996).** Divergence and zoogeography of mole crabs, *Emerita* spp. (Decapoda: Hippidae), in the Americas. *Marine Biology*, 125(3), 489–497. <https://doi.org/10.1007/BF00353262>
- Tantaleán, M., Sánchez, L., Gómez, L., & Huiza, A. (2005).** Acantocéfalos del Perú. *Revista Peruana de Biología*, 12(1), 83–92. <https://doi.org/10.15381/rpb.v12i1.2361>
- Tapia-León, K. E. (2018).** *Análisis de la gastronomía y culinaria del cantón Salinas de la Provincia de Santa Elena*. Universidad de Guayaquil.



- Thatje, S., & Fuentes, V. (2003).** First record of anomuran and brachyuran larvae (Crustacea: Decapoda) from Antarctic waters. *Polar Biology*, 26(4), 279–282. <https://doi.org/10.1007/s00300-002-0476-6>
- Valdez, J., Álvarez, J., Cedeño, J., & Zambrano, R. (2023).** Abundancia de *Emerita rathbunae* en Punta Bikini, Cantón Sucre, Provincia de Manabí, Ecuador. *Mendeley Data*, V1.
- Violante-González, J., Monks, S., Quiterio-Rendon, G., García-Ibáñez, S., Larumbe-Morán, E., & Rojas-Herrera, A. A. (2016).** Life on the beach for a sand crab (*Emerita rathbunae*) (Decapoda, Hippidae): Parasite-induced mortality of females in populations of the Pacific sand crab caused by *Microphallus nicolli* (Microphallidae). *Zoosystematics and Evolution*, 92(2), 153–161. <https://doi.org/10.3897/zse.92.8256>
- Wenner, A. M. (1972).** Sex ratio as a function of size in marine Crustacea. *The American Naturalist*, 106(949), 321–350. <http://www.journals.uchicago.edu/t-and-c>
- Weymouth, F. W., & Richardson, C. H. (1912).** Observations on the habits of the crustacean *Emerita analoga*. *Smithsonian Miscellaneous Collections*, 59(7), 1–13.
- Zambrano, R., & Galindo-Cortes, G. (2019).** Re-description of the growth pattern of four decapod species by information theory. *Invertebrate Reproduction and Development*, 63(1), 51–59. <https://doi.org/10.1080/07924259.2018.1532929>
- 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(4), 429–434. <https://doi.org/10.1093/jcbiol/rux105>